# 圣维 SWAI BKX4-C 数控系统

# 使用说明书

西南自动化研究所

# 目　　次

# 前　　言

圣维 SWAI BKX4-C 数控系统是在总结了 SWAI BKX3-3MB 数控系统的基础上开发研制的新型数控系统。本系统采用 486 以上的 PC 工业控制机。应用现代并行处理技术，以实现多 CPU 快速协调工作；功能扩展方便，开放性较好，预留接口多。本系统尽量参考国内外较为先进的数控系统的功能，并遵照我国经济型数控系统的有关国家标准，不断地完善系统的功能，使之操作简单、方便、实用。

采用圣维 M2000 作操作台的圣维 BKX4-C 数控系统编码符合 ISO 国际标准。控制面板采用轻触按键，高分辨率液晶(LCD)图形显示器。显示方式丰富多样、汉字菜单提示，使用操作方便、美观大方、经济实用，是企业进行技术改造和与机床厂配套生产经济型数控机床的理想产品。

本系统具有结构简单、功能齐全、性能稳定可靠、驱动功率大、控制精度高、适用范围广、维护方便等特点。

为了便于用户熟悉和掌握圣维 BKX4-C 数控系统的使用，我们编写了这本《圣维 SWAI BKX4-C 数控系统·使用说明书》。本说明书共四章：第一章简要介绍系统的性能指标，第二章详细介绍系统的指令系统及编程，第三章介绍系统的操作使用，第四章介绍系统的安装调试和维护。

用户通过阅读本说明书可掌握圣维 SWAI BKX4-C 数控系统的使用操作和加工程序编制，完成产品零件加工及必要的维护。

本次再版，根据生产实际的需要增加了一些指令或功能，操作使用方面也根据需要作了一些补充和修正。并对原版作了订正。

由于我们水平有限、经验不足，差错与不足之处仍在所难免，欢迎广大用户对本系统提出改进意见，对差错之处批评指正。

西南自动化研究所圣维数控产品事业部

2002 年 2 月

# 第一章 概 述

## §1-1 圣维 SWAI BKX4-C 简 介

圣维 SWAI BKX4-C 实用经济型数控系统，其主机为 486 以上型号的 PC 工业控制计算机，适配多种电机驱动器。系统软件控制功能强，除具有直线、圆弧插补外还可以实现螺旋线插补，系统加工指令丰富；指令代码符合 ISO 国际标准；补偿能力强，具有刀具长度、半径补偿（B 型补偿和 C 型补偿）和手动、自动运行过程中反向间隙及丝杠螺距误差的补偿功能；有自动、手动(手动增量、手动连续、手摇脉冲发生器)等多种工作方式及进给保持和手动干预功能。系统在运行过程中，不论高速或低速进给都通过软件进行自动升降频控制，从而保证了加工过程中不出现电机失步或过冲。控制面板采用轻触全薄膜封闭开关，10.4"LCD 彩色液晶显示器。显示内容丰富方式多样，具有动态图形跟踪显示功能。操作全过程有汉字信息提示，使用十分方便。

系统轴控制单元可进行 4 个进给轴的位置控制和 1 个主轴的调速控制（选件)。系统支持步进电机和交流伺服电机的驱动方式（用更换接口板的方式实现)。

### 一．圣维 SWAI BKX4-C 系统的构成

1．圣维 SWAI BKX4-C 系统方框图（图 1-1）

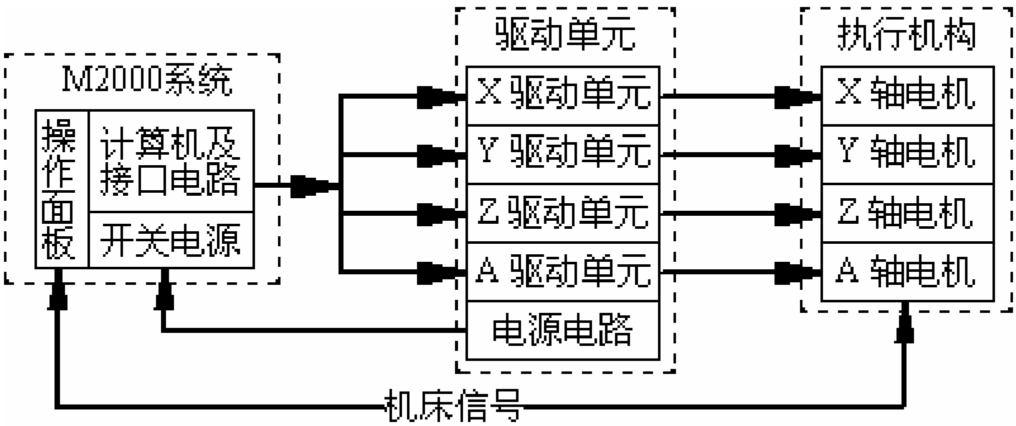



图 1-1 SWAI BKX4-C 系统方框图

2．圣维 SWAI BKX4-C 系统功能模块

电子盘/硬盘及其容量为用户可选择。基本配置为 8MB 电子盘。

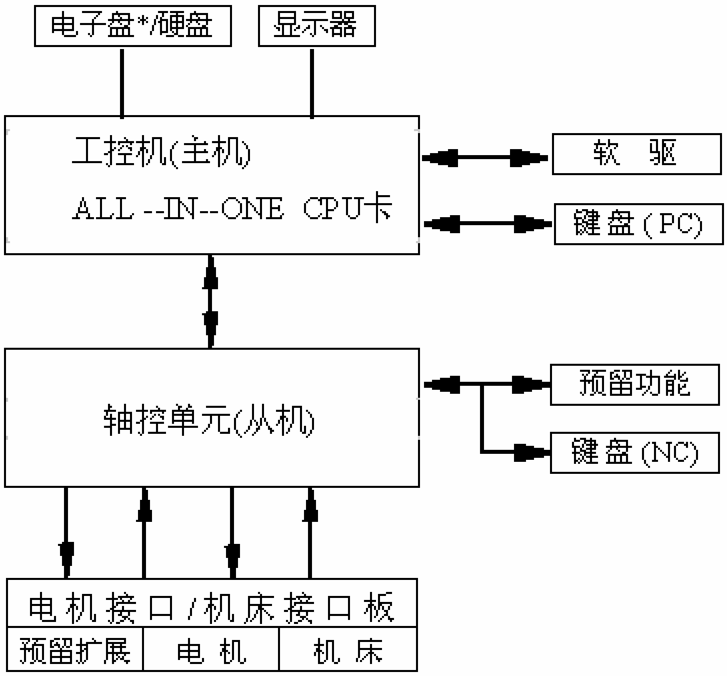



图 1-2 SWAI BKX4-C 系统功能模块

## 二．圣维 SWAI BKX4-C 系统软件

圣维 SWAI BKX4-C 系统软件在设计过程中遵循软件工程的规范，采取模块化优化设计。在满足功能的前提下，尽可能考虑了系统实时性、可靠性及友好的用户界面和今后发展的需要，使系统达到较高的技术性能指标。

圣维 SWAI BKX4-C 系统软件构成（图 1-3）

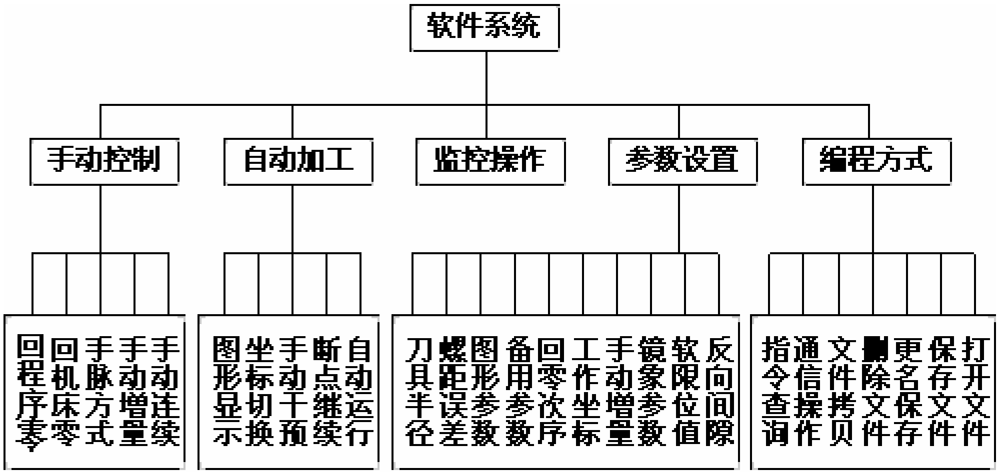



图 1-3 SWAI BKX4-C 系统软件框图

## 三．圣维 SWAI BKX4-C 系统软件功能及硬件设备的配置

1．硬件配置:

⑴ 主机：

486 以上 ALL--IN--ONE PC 工控机

ISA 扩展总线

3"软驱

16MB 内存(基本配置)

8MB 电子盘(基本配置)

10.4"LCD 彩显。

⑵ 轴控单元(从机)：

| | |
|---|---|
| 控制芯片 | N80C196KC |
| RAM | 128KB |
| 进给电机 | 4 轴 |
| 主轴调速给定 | 1 路 (选件) |
| 继电器输出 | 14 路 (基本配置 4 路) |
| 光电输入 | 18 路 |
| TTL I/O | 28 路 |

2．软件功能

⑴四轴联动线性插补，任意平面圆弧及螺旋线插补

⑵极坐标编程

⑶刀具半径自动补偿<C 型>或<B 型>，动态编译

⑷绝对坐标和增量坐标编程

⑸工作坐标系选择，镜象（可设镜象轴），比例缩放(可设缩放中心)，旋转(可设旋转中心)

⑹固定循环，子程序调用等

⑺XOY，YOZ，ZOX，XYZ 图形跟踪显示

⑻用户程序容量:根据磁盘空间决定

⑼软盘

# §1-2 圣维 SWAI BKX4-C 技术性能

**表 1-1 BKX4-C 技术性能**

| 控制坐标轴数 | X、Y、Z 坐标，可选控第四 (A) 坐标和主轴 |
|---|---|
| 插补功能 | 直线、圆弧、螺旋线 |
| 工作方式 | 手动（手动连续、手动增量、手脉、回零）、自动、断点，监控，编程 |
| 单脉冲位移 | 0．0025mm/pulse 的整数倍（由机床决定） |
| 工进速度 | 1 ～ 2000mm/min |
| 快进速度 | ≤ 4800mm/min |
| 工进速度外调范围 | 0 ～ 160% |
| 操作方式 | 面板控制、手操盒控制（选件） |
| 参数设置 | 系统参数、用户参数 |
| 刀具半径补偿方式 | XOY 平面的 B 型刀具半径补偿 / XOY 平面的 C 型刀具半径补偿 / XOY、ZOX、YOZ 三平面的 C 型刀具半径补偿（选件） |
| 刀具补偿尺寸 | 半径（≤ 99.99mm)、长度（≤ 999.99mm) |
| 间隙补偿 | 三坐标间隙（≤ 255p) |
| 丝杠螺距误差补偿 | 三轴丝杠螺距误差 (10mm 一个补偿点） |
| 系统编码 | 符合 ISO-840 标准 |
| 编程（机床）坐标规定 | 符合 ISO-841 标准 |
| 编程尺寸范围 | 尺寸绝对值< 100000 mm |
| 编程方式 | 绝对坐标 / 增量坐标（可混用） |
| 程序区容量 | 由磁盘空间决定（基本配置 8MB 电子盘） |
| 程序输入方式 | 键盘、软盘 、RS-232C/RS485/RS422（选件） |
| 程序段数 | <100000 由磁盘空间与系统内存决定 |
| 显示方式 | 10.4" 彩显，汉字操作菜单，绝对、相对、机床三种坐标动态显示，自动加工图形预览，刀具中心轨迹动态跟踪显示 |
| 辅助控制功能 | 主轴停、正反转，开关冷却液和主轴调速（选件） |
| 伺服电机最大功率 | 7.5KW |
| 各轴配置步进电机输出力矩（最大静力矩） | 16N·m、20N·m、30N·m 可任选 |
| 供电电源与功耗 | 三相 380V/50Hz，功耗≤ 5KVA |

# §1-3 圣维 SWAI BKX4-C 指令表

## 一．准备功能

表 1-2 BKX4-C 系统 G 代码

| G 代 码 | 功 能 | 备 注 |
|---|---|---|
| *G00<br>G01<br>G02<br>G03 | 快速定位<br>直线插补<br>顺时针圆弧、螺旋线<br>逆时针圆弧、螺旋线 | 模态 |
| G04 | 延时 | |
| G05 | 三点格式圆弧 | |
| G10 | 参数设置 | |
| *G15<br>G16 | 极坐标编程撤销<br>极坐标编程 | 模态 |
| *G17<br>G18<br>G19 | 选 X-Y 平面<br>选 Z-X 平面<br>选 Y-Z 平面 | 模态 |
| *G20<br>G21 | 小数点编程<br>隐含小数点编程 | 模态 |
| G28<br>G29 | 回程序起点<br>回机床参考点 | |
| *G40<br>G41<br>G42 | 取消刀具半径补偿<br>刀具半径补偿（左）<br>刀具半径补偿（右） | 模态 |
| G43<br>G44<br>*G49 | 刀具长度补偿（＋）<br>刀具长度补偿（－）<br>刀具长度补偿撤销 | 模态 |
| G50 | 镜象 | 模态 |
| G51 | 比例缩放 | 模态 |
| G52 | 工作坐标系取消 | |
| G53 | 临时转到机床坐标系 | |

**表1-2(续) BKX4-C 系统G代码**

| G 代 码 | 功 能 | 备 注 |
|---|---|---|
| G54<br>G55<br>G56<br>G57<br>G58<br>G59 | 选择工作坐标系 0<br>选择工作坐标系 1<br>选择工作坐标系 2<br>选择工作坐标系 3<br>选择工作坐标系 4<br>选择工作坐标系 5 | 模态 |
| G66<br>G67 | 自由循环开始<br>自由循环结束 | |
| G68<br>*G69 | 坐标旋转<br>坐标旋转取消 | 模态 |
| G72 | 铣顺时针圆弧键槽、直键槽固定循环 | |
| G73 | 铣逆时针圆弧键槽、直键槽固定循环 | |
| G80/G81/G82/G83/G84/<br>G85/G86 | 钻孔、镗孔固定循环撤消<br>钻孔、镗孔固定循环 | 模态 |
| G90<br>*G91 | 绝对编程<br>增量编程 | 模态 |
| G92 | 设置绝对编程零点 | |
| G98<br>G99 | 固定循环返回到初始点<br>固定循环返回到 R 点 | 模态 |

注：1."*"表示系统初态

2．斜体字表示该项为选件

# 二．其它功能

**表 1-3 BKX4-C 系统 M 代码和其它代码**

| M 代 码 | 功 能 | 备 注 |
|---|---|---|
| M00 | 暂停 | |
| M02 | 程序结束 | |
| M03<br>M04<br>*M05 | 主轴正转<br>主轴反转<br>主轴停 | 模态 |
| M08<br>*M09 | 冷却液开<br>冷却液关 | 模态 |
| *M10*<br>*M11* | *夹紧*<br>*松开* | |
| M30 | 回程序头 | |
| M96 | 程序段调用 | |
| M97 | 无条件转移 | |
| M98 | 子程序调用 | |
| M99 | 子程序返回 | |
| *S* | *主轴转速* | |
| T | 刀具号 | |
| F | 进给速度 | 模态 |
| D | 刀具半径 | 模态 |
| H | 刀具长度 | 模态 |

注：1."*"表示系统初态

2.斜体字表示该项为选件

# 第二章　编　　程

数控机床的动作受加工指令控制，使用数控机床加工零件时，刀具的运动轨迹及加工条件由加工程序所决定。因此，加工零件之前，必须先按零件加工的工艺及要求编制好零件加工程序。而要编制加工程序，必须首先了解数控系统的各种功能及其指令格式、指令之间的相互关系与编程要求。

圣维 SWAI BKX4-C 使用标准 ISO 代码编制程序，本章将详细介绍其指令系统及如何使用这些指令编制零件加工程序。

## §2-1 加 工 程 序 结 构

在本系统中，加工程序以文件形式存放在存储介质(如电子盘、硬盘、软盘等)中。操作者编制好一个加工程序，输入到数控系统中，并定义一个文件名（系统内部默认扩展名为.CNC），以后便可用此文件名对其进行必要的操作。

关于文件及其操作见本说明书第三章。

### 一．程序段

程序主体由若干命令行构成，每个命令行称为一个程序段。每个程序段之间用段结束符<Enter>隔开。

### 二．指令字

每个程序段包含若干个指令字。每个指令字由一个地址码和一串数字组成(数字前可以有±号构成数值量)，地址码表示其后数值的意义。

如:X-256.45 为 X 坐标字，其中:X 为地址码，-256.45 为数值(坐标值)。

表 2-1 BKX4-C 中一些地址码的定义及指令字规定

| 功 能 | 地 址 码 | 说 明 | 取 值 范 围 |
|---|---|---|---|
| 段号 | N | 程序段编号（顺序号） | 1～99999 |
| 准备功能 | G | 动作方式指令 | 见指令表 |
| 坐标字 | X,Y,Z,A | 坐标运动指令 | 绝对值< 100000mm |
| 坐标字 | I,J,K | 圆弧中心坐标指令 | 绝对值< 100000mm |
| 坐标字 | I,J,K | 圆弧中间点坐标指令 | 绝对值< 100000mm |
| 坐标字 | R | 圆弧半径指令 | 绝对值< 100000mm |
| 坐标字 | R | 坐标旋转角指令 | ±360° |
| 工进速度 | F | 工作进给速度指令 | 1～2000mm/分 |
| 主轴转速 | S | 主轴转速指令 | 0～9999 |
| 刀 具 | T | 刀具编号指令 | 00～99 |
| 辅助功能 | M | 辅助功能指令 | 见指令表 |
| 流程控制 | L,P | 程序流程控制指令 | 1～99999 |
| 刀偏号 | H,D | 定义刀具偏置号指令 | 01～49 |

## 三．程序段输入一般格式

N05，G02，X±05，Y±05，Z±05，I±05，J±05，K±05，F04，S04，M02，T02，L04，D02，H02 <Enter>

地址和数值的意义如图 2-1：

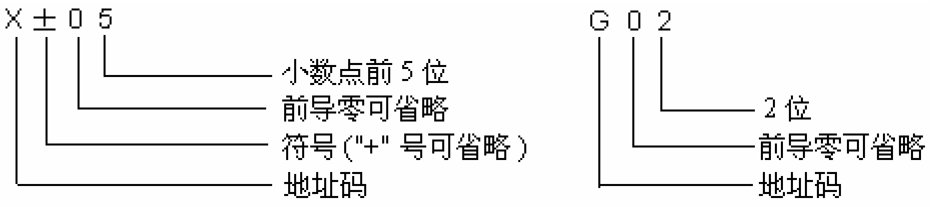



**图 2-1 地址和数值的意义**

## 四．程序段序号

地址码 N 后面跟一序号形成程序段序号指令字，其格式为:

N_____序号取值范围为: 1～99999

编程时每段必须有序号。序号不一定连续，但须由小到大排列并适当跳越。不要重号( 请用户注意，系统不检测是否重号)。

一般，每个程序都以 M02 结束。

### 五．小数点编程与隐含小数点编程

圣维 SWAI BKX4-C 具有小数点与隐含小数点(指坐标字的坐标值)编程两种功能，在小数点编程(G20，系统初始态)时，可输入带小数点的坐标值，其单位为毫米(mm)；在隐含小数点编程(G21)时，系统取最后 3 位作为小数处理。

## §2-2 坐 标 字

坐标字分基本轴坐标字(X，Y，Z，A)、圆弧插补中心坐标字和三点格式圆弧中间点坐标字(I，J，K)、圆弧插补半径坐标字(R)及三点格式圆弧第三点坐标字(U，V，W)。

基本轴坐标字(X，Y，Z，A)表示刀具在指定的坐标轴上按给定方向和数量运动到坐标字所表示的位置。其值在绝对编程与增量编程方式时各不相同。绝对方式时表示在工作坐标系中的终点坐标；增量方式时表示终点相对于起点的相对坐标。圆弧插补中心坐标字(I，J，K)表示在以圆弧起点为原点的坐标系中圆心的坐标值。在 G05 三点格式圆弧插补中，圆弧插补中间点坐标字(I，J，K)表示在以圆弧起点为原点的坐标系中圆弧段中间点的坐标值。圆弧插补半径坐标字(R)表示圆弧半径。三点格式圆弧第三点坐标字(U，V，W)表示以圆弧起点为原点的坐标系中圆上第三点的坐标值。这第三点可以不在起点和终点间的圆弧段上。

### 一．控制轴

机床上由 NC 单元控制运动的坐标轴称为控制轴，每个控制轴的运动由相应的坐标字控制。

圣维 SWAI BKX4-C 系统可控制轴数为 3 轴或 4 轴，联动轴数为任意二轴或 X，Y，Z 三轴(有第四轴的，第四轴也可和其它 3 轴线性联动)。

坐标轴和其运动方向的符号随机床的不同而不同。但必须遵循国际标准化组织在 ISO-841 标准中规定的基本确定方法，即：以右手法

则确定的笛卡儿坐标系(the right-handed rectangular Cartesian coordinate system)作为编程的标准坐标系(图 2-2)。它对应于安装在机床上并按机床的主要直线导轨找准的工件。编程时假设刀具相对于静止的工件运动;机床某一部件运动的正方向是使工件的正尺寸增加的方向。本系统的坐标系规定符合 ISO-841 标准。

根据 ISO-841 标准，对于刀具旋转的机床(如铣床等)，Z 轴是平行于主要主轴的一个坐标轴,Z 轴的正向增加刀具与工件之间的距离;X 轴一般是水平的，与工件装卡面平行。若 Z 坐标是水平时由主轴向工件看+X 向右，若 Z 坐标是垂直时由主轴向立柱看+X 向右;X，Z 确定后，Y 轴正向由笛卡儿坐标系确定(图 2-3)。

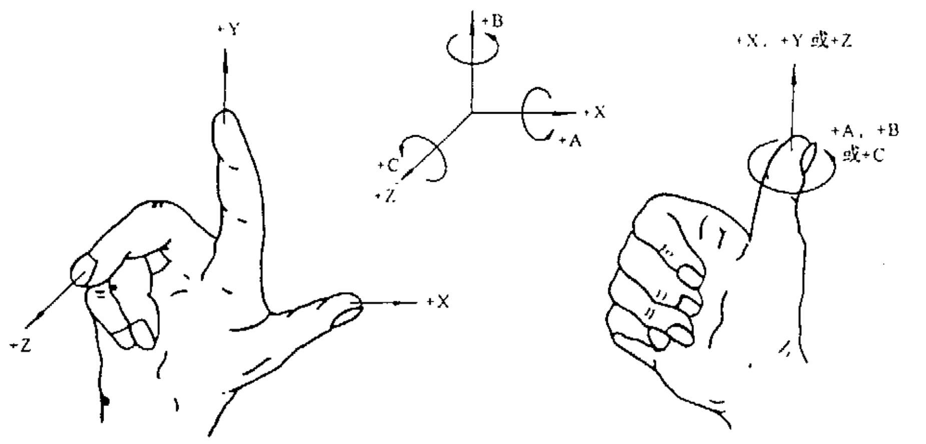
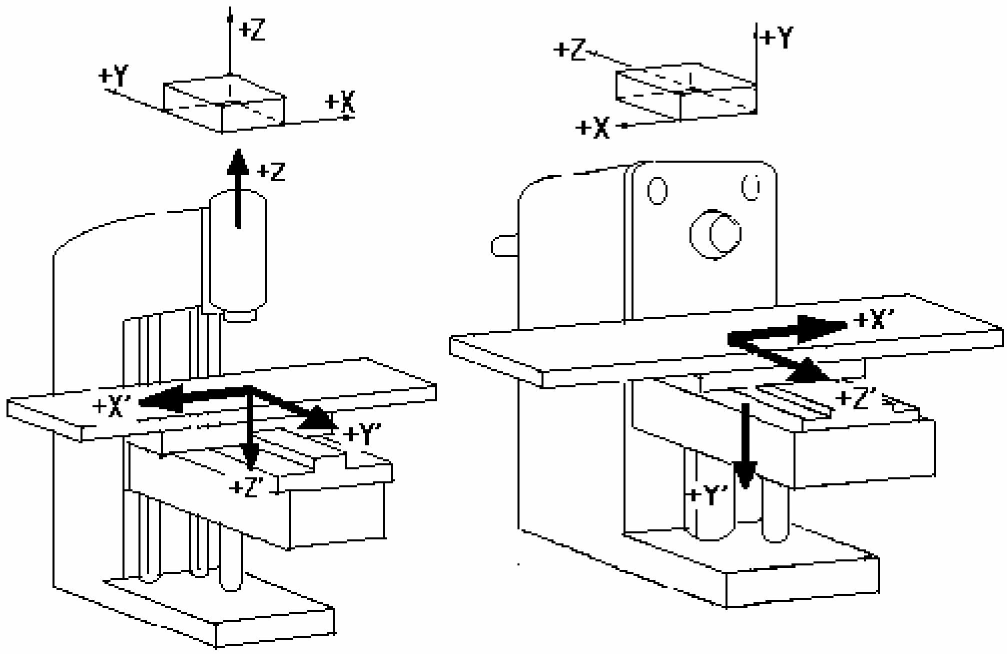



图 2-2 笛卡儿坐标系




立式升降台钻/铣/镗床　　　　卧式升降台铣床

图2-3　铣床坐标系

注：图 2-2 中的+A，+B，+C 表示轴线分别与+X，+Y，+Z 平行的旋转运动，其正向规定为分别向+X，+Y，+Z 前进时右旋螺纹的方向。

图 2-3 中带 ' 的字母为工件移动方向，不带 ' 的字母为刀具运动方向。

## 二．增量系统

(1) 最小输出增量：　一个脉冲当量(随机床不同而不同)
(2) 插补单位：　　　以最小脉冲当量进行插补运算
(3) 最大行程范围：　绝对值＜100000mm(实际由机床确定)

## 三．程序零点与坐标系

编程时要首先确定程序零点和坐标系，程序零点可任意指定，通常取工件的某一特殊位置作为程序零点，以此零点为原点建立基准坐标系编制加工程序。

## 四．坐标系与起刀点

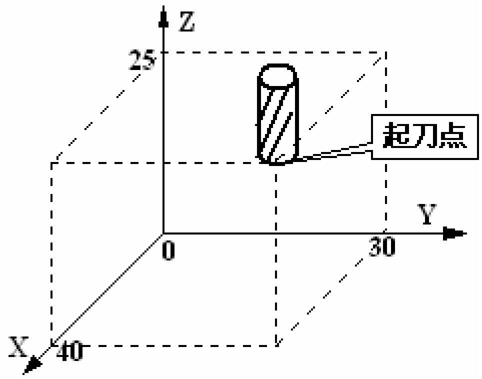



图2-4 起刀点与坐标系

编加工程序时建立了坐标系，加工时程序启动执行，刀具从起刀点开始运动。采用绝对编程时，起刀点在坐标系中的位置可通过 G92 指令输入到数控系统中。

例如图 2-4，起刀点在点(40，30，25)，可用 G92 指令来定义起刀点：

G92 X40 Y30 Z25

在增量编程时（或无 G92 指令定义的绝对编程)，起刀点为基准坐标系的零点。

## 五．绝对编程与增量编程

刀具在某一坐标轴上运动发生位置变化，其变化量可以用增量坐标和绝对坐标两种方式来编程。

增量编程指令(G91)在程序段中直接给出刀具运动的位移量。绝对编程指令(G90)在程序段中给出刀具运动的终点在坐标系中的坐标值。绝对编程方式只对基本轴坐标字(X,Y,Z,A)有效。图 2-5 所示的图形，其刀具运动的编程如下:

(1) 增量编程

G91 G01 X-60 Y40

(2) 绝对编程

G92 X100 Y30 Z0 (定义起刀点)

G90 G01 X40 Y70

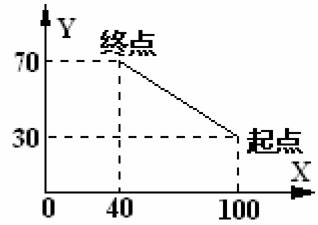



图2-5 绝对编程和增量编程

# §2-3 进 给 速 度

## 一．快速定位速度

快速定位速度指系统在执行 G00、回零指令时的运行速度。本系统中快速定位速度可根据不同的机床及同一机床的不同坐标轴设置不同的快速定位速度。出所时，定位速度已根据所配机床的型号设置好。

## 二．切削进给速度

切削进给速度指加工时的进给速度，简称工进速度。

自动加工时工进速度可在加工程序中由 F 指令设定，其格式为:

F_____,F 指令的取值范围为 1～2000mm/分(当量为 0.01mm/p)。

对由 F 指令设定的加工速度可通过面板上的速度倍率调节波段开关根据加工过程中的实际需要进行调整，速度倍率的调节范围为 0～160%，共 12 档。调节后的最大速度不应超过系统工进速度范围。进给速度指令为模态指令，一旦给定就一直有效，只有当新的进给速度出现后才取代原进给速度。程序中 F 指令出现前的工进速度为系统默认的速度值(即升频的起点速度)。

# §2-4 准 备 功 能

地址码 G 和其后的两位数(前导零可省略)组成 G 指令字，所有的 G 指令字构成系统的准备功能。G 指令字分两种类型：模态 G 指令与非模态 G 指令。

模态 G 指令是指该 G 代码出现后在无同组中其它 G 代码取代之前一直有效；非模态 G 指令或称一次性 G 指令(亦称暂态指令)，该 G 代码只在其所在的程序段中有效。

圣维 SWAI BKX4-C 系统 G 代码表见第一章表 1-2。

## 一．平面选择指令(G17，G18，G19)

平面选择指令用于圆弧插补、刀具补偿、坐标旋转及极坐标编程。平面选择指令有：

G17............X-Y 平面

G18............Z-X 平面

G19............Y-Z 平面

直线运动指令与平面选择无关。

本系统中，G17 为默认状态。

## 二．设置编程方式指令(G90，G91，G92)

G90　绝对编程。绝对编程指令给出刀具运动的终点在所在坐标系中的坐标值。

G91　增量编程。增量编程指令直接给出刀具运动的位移量。

G92　设置绝对编程起刀点其格式为：

G92 X______Y______Z______ A_____<Enter>

G92 指令用来设定刀具起始点在基准坐标系中的坐标值(绝对坐标)。采用绝对编程方式编程时，首先要用 G92 指令设置起刀点。若无 G92 指令，系统将视起刀具点的坐标值为(0，0，0，0)。

G91 是系统的默认状态。

## 三．小数点编程与隐含小数点编程指令(G20，G21)

G20　小数点编程指令(系统缺省值)

G21　隐含小数点编程指令

编程时用户可根据自己的爱好和习惯使用小数点编程或隐含小数点编程。隐含小数点编程时，系统将最后 3 位作为小数处理。对小数点编程，本系统对编程的小数点位数不作限制。用户必须在程序开头就确定小数点编程或隐含小数点编程，且 G20/G21 必须紧跟于段号后。

下面的两段程序表达同样的意思。

⑴ N100 G20 G01 X12 Y35.6　　　　　小数点编程

⑵ N100 G21 G01 X12000 Y35600　　　隐含小数点编程。

## 四. 快速定位指令(G00)

快速点定位指令 G00 用于刀具快速定位，执行时按 G00 定义的坐标字快速移动到坐标值所规定的位置。G00 指令的运行速度为快速定位速度，不能用倍率开关调节。运动方式一般是单轴运动，运动次序为“ 参数设置 ”中设置的次序。G00 指令的格式为：

G00 X_____Y_____Z_____ A_____<Enter>

在上面的格式中，当某坐标轴不作运动时，该坐标字可省略。编程时可使用增量方式也可使用绝对方式。例如:

⑴ N100 G91 G00 X200.5 Y100.2 Z120

增量编程，快速定位，X 位移量 200.5mm，Y 位移量 100.2mm，Z 位移量 120mm。

⑵ N100 G90 G00 X200.5 Y100.2 Z120

绝对编程，快速定位到基准坐标系的点(200.5，100.2，120)。

G00 为系统初始态。

图 2-6 中的 (x1，y1，z1) 为指令值，这里是(200.5，100.5，120)。图中带箭头的细实线为刀具运动的轨迹，此处我们已设 G00 各轴的运动次序是 Z-X-Y。

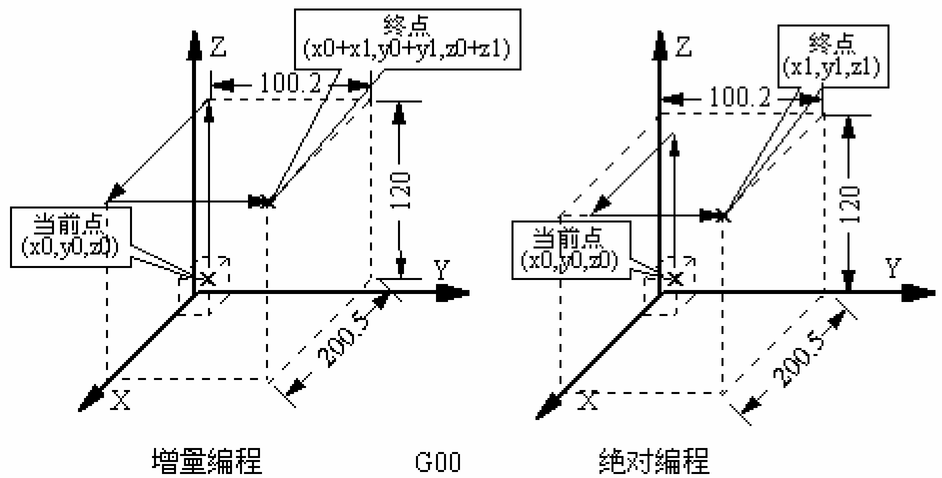



**图 2-6 G00 刀具运动轨迹**

## 五. 直线插补指令(G01)

直线插补指令 G01 用于直线插补，执行 G01 指令时刀具按线性插补方式运动到程序指定的位置，运动速度可由 F 指令设定。G01 指令格式为:

G01 X_____Y_____Z_____ A_____F_____<Enter>

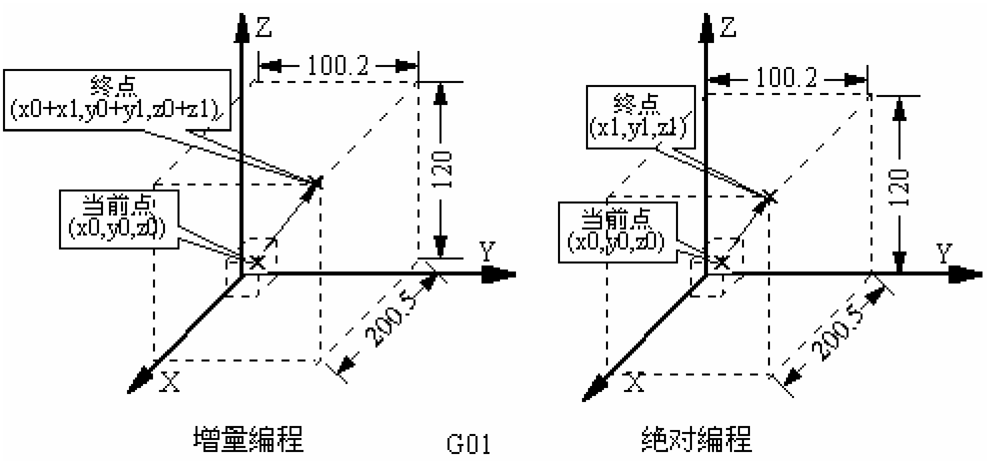



**图 2-7 G01 刀具运动轨迹**

同 G00 一样，在上面的格式中，当某坐标轴不作运动时，该坐标字可省略。编程时可使用增量方式或绝对方式。F 指令设定一个进给速度值(模态)。例如：

⑴ N100 G91 G01 X200.5 Y100.2 Z120 F240

增量编程，直线插补，X 位移量 200.5mm，Y 位移量 100.2mm，Z 位移量 120mm。进给速度为 240mm/分。

⑵ N100 G90 G01 X200.5 Y100.2 Z120 F240

绝对编程，直线插补，刀具运动到基准坐标系的(200.5，100.2，120)点。进给速度为 240mm/分。

图 2-7 中的（x1，y1，z1）为指令值，这里是(200.5，100.5，120)。图中带箭头的细实线为刀具运动的轨迹。

比较图 2-6 和图 2-7，同样的指令坐标值，G00 和 G01 的运动轨迹并不总是一样。

## 六．圆弧插补指令(G02，G03)

圆弧插补指令使刀具沿一个圆弧运动，圆弧插补指令有顺时针圆弧插补指令 G02 和逆时针圆弧插补指令 G03 两种。圆弧插补指令分圆弧插补基本指令和圆弧插补扩展指令。圆弧插补扩展指令可实现螺旋线插补。

圆弧插补指令中各指令字的含义见(表 2-2)。

表 2-2 圆弧插补指令中各指令字的含义

| 内容 | | 指令 | 意义 |
|---|---|---|---|
| 平面选择 | | G17 | 圆弧在 XY 平面 |
| | | G18 | 圆弧在 ZX 平面 |
| | | G19 | 圆弧在 YZ 平面 |
| 圆弧走向 | | G02 | 顺时针(CW)圆弧插补 |
| | | G03 | 逆时针(CCW)圆弧插补 |
| 圆弧终点坐标 | 绝对(G90) | X,Y,Z | 坐标系中的圆弧终点坐标 |
| | 增量(G91) | X,Y,Z | 圆弧终点对于起点的相对坐标 |
| 圆弧圆心 | | I,J,K | 圆弧圆心对于起点的相对坐标 |
| 圆上第三点 | | U,V,W | 圆上第三点对于起点的相对坐标 |
| 圆弧半径 | | R | 圆弧半径 |
| 圆弧段上中间点 | | I,J,K(G05) | 圆弧段上中间点对于起点的相对坐标 |

圆弧插补所谓的顺时针／逆时针(即圆弧走向)是指在右手直角坐标系中从垂直于圆弧插补平面的轴的正方向朝负方向看时圆弧的走向。各平面的圆弧走向如图 2-8。

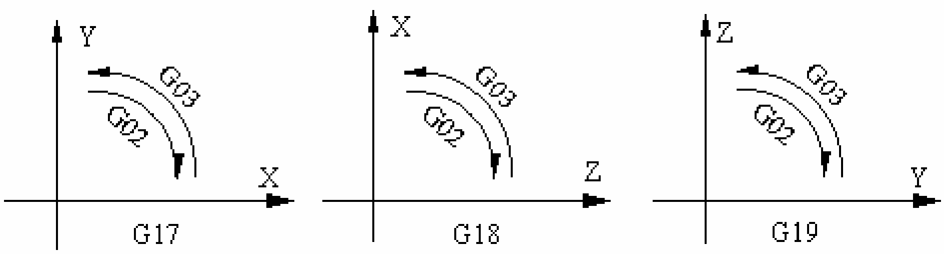



**图2-8 各平面的圆弧走向**

### 1．圆弧插补基本指令：

圆弧插补基本指令有三种格式：圆心格式、半径格式和三点格式。

由于平面内不在同一直线上的 3 点唯一决定一个圆，所以我们可以用三点格式来编制圆弧。所求得的圆弧可以过第三点，也可以不过第三点。

1.1 圆心格式（I J K）：

XY 平面圆弧插补：

G17 G02/G03 X____Y____I____J____F____<Enter>

ZX 平面圆弧插补：

G18 G02/G03 Z____X____K____I____F____<Enter>

YZ 平面圆弧插补：

G19 G02/G03 Y____Z____J____K____F____<Enter>

1.2 半径格式（R）：

XY 平面圆弧插补：G17 G02/G03 X____Y____R____F____<Enter>

ZX 平面圆弧插补：G18 G02/G03 Z____X____R____F____<Enter>

YZ 平面圆弧插补：G19 G02/G03 Y____Z____R____F____<Enter>

1.3 三点格式（U V W）：

XY 平面圆弧插补：

G17 G02/G03 X____Y____U____V____F____<Enter>

ZX 平面圆弧插补：

G18 G02/G03 Z____X____W____U____F____<Enter>

YZ 平面圆弧插补：

G19 G02/G03 Y____Z____V____W____F____<Enter>

用户可以用 R 格式，U V W 格式或 I J K 格式编程。只要程序段中有 R 坐标字，系统就认定是用 R 格式编程。若无 R 坐标字但有 UVW 坐标字，系统认定是用 UVW 格式编程。R 格式编程中，圆弧大于180°(优弧)时 R 用负值；圆弧小于或等于 180°(劣弧）时 R 用正值。整圆不能用 R 格式编程。在用 UVW 格式编整圆时，系统认定 UVW 坐标字表示该点处于过起点(当然也是终点)的直径上。

圆弧插补指令使用举例:

⑴ 用 R 格式编圆弧程序例：(如图 2-9)

① 绝对编程：

N10 G92 X0 Y0

N20 G02 X20Y10R-15F100　(圆弧大于 180°)

N30 G02 X30 Y0 R15　(圆弧小于 180°)

② 增量编程：

N20 G02 X20Y10R-15F100　(圆弧大于 180°)

N30 G02 X10 Y-10 R15　(圆弧小于 180°)

⑵ 用 I J 格式编圆弧程序例：(如图 2-10)

① 绝对编程

N100 G92 X200 Y40 Z0　(起刀点位置)

N110 G90 G03 X140 Y100 I-60 J0 F300　(圆弧 AB)

N120 G02 X120 Y60 I-50 J0　(圆弧 BC)

② 增量编程

N100 G91 G03 X-60 Y60 I-60 J0 F300　(圆弧 AB)

N110 G02 X-20 Y-40 I-50 J0　(圆弧 BC)

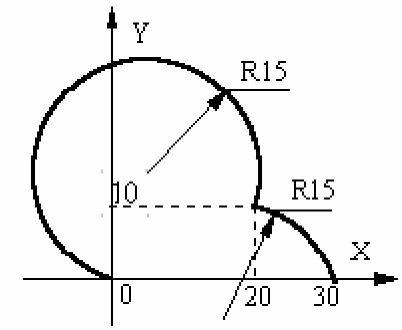



图 2-9 R 格式圆弧编程

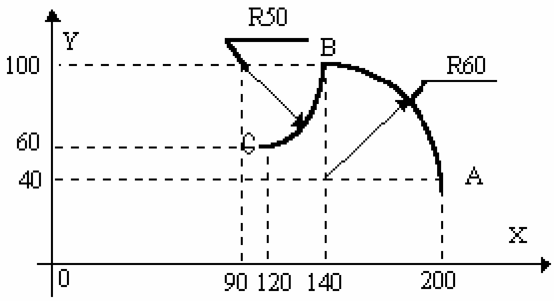



图 2-10 圆弧插补指令例

⑶ 用三点格式(即 UVW 格式)编圆弧程序例(如图 2-11,图 2-12)。

图 2-11 由两段圆弧组成，每段圆弧均给出 3 点，且第三点均在所求圆弧段上。

① 用绝对方式：

N100 G92 X20 Y20

N110 G90 G02 X45.586 Y34.772 U19.226 V19.226 F100

N120 G03 X56.502 Y18.889 U-6.141 V-12.875

② 用增量方式：

N110 G91 G02 X25.586 Y14.772 U19.226 V19.226 F100

N120 G03 X10.916 Y-15.883 U-6.141 V-12.875

图 2-12 也是由两段圆弧组成，每段圆弧均给出 3 点，不过第三点不在所求圆弧段上。我们仍用三点格式(即 UVW 格式)来编程。

① 用绝对方式：

N100 G92 X20 Y20

N110 G90 G02 X45.586 Y34.772 U28.191 V10.261 F100

N120 G03 X56.502 Y18.889  U13.104 V-12.230

② 用增量方式：

N110 G91 G02 X25.586 Y14.772 U28.191 V10.261 F100

N120 G03 X10.916 Y-15.883U13.104 V-12.230

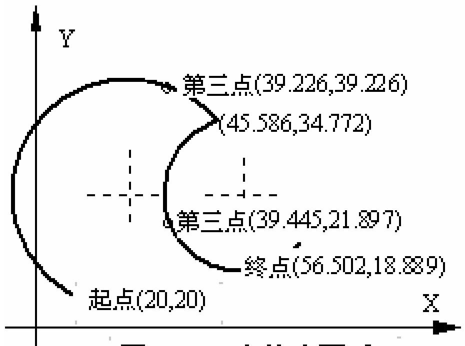


图2-11 三点格式圆弧1

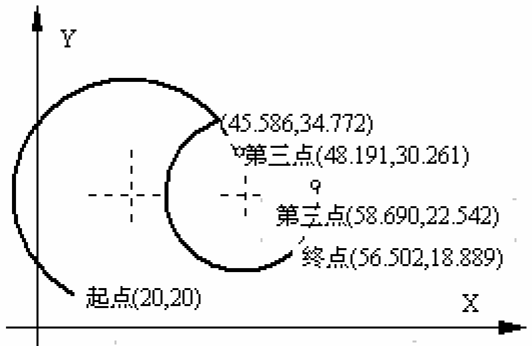


图2-12 三点格式圆弧2

圆弧编程的错误提示：

(1)若坐标字给出的数据自相矛盾，即：过圆弧终点和过圆弧起点的半径不等，则系统在编译时提示“圆弧数据错”。

(2)R 方式编程时，若|R|小于起点与终点间距离的 1/2，则系统在编译时提示“圆弧数据错”。

(3)R 方式编程时，若 R 为 0，则系统在编译时提示“数据错”。

2. 螺旋线插补指令

在圆弧插补的同时让另一个坐标(该坐标与圆弧平面垂直)作直线运动可实现螺旋线插补功能。

XY 平面圆弧插补同时 Z 轴作直线运动

G17 G02/G03 X____Y_____I_____J_____Z_____F___<Enter>

G17 G02/G03 X____Y_____R_____Z_____F___<Enter>

G17 G02/G03 X____Y_____U_____V_____Z_____F___<Enter>

ZX 平面圆弧插补同时 Y 轴作直线运动

G18 G02/G03 Z____X_____K_____I_____Y_____F___<Enter>

G18 G02/G03 Z____X_____R_____Y_____F___<Enter>

G18 G02/G03 Z____X_____W____U_____Y_____F___<Enter>

YZ 平面圆弧插补同时 X 轴作直线运动

G19 G02/G03 Y____Z_____J_____K_____X_____F___<Enter>

G19 G02/G03 Y____Z_____R_____X_____F____<Enter>

G19 G02/G03 Y____Z_____V_____W_____X_____F___<Enter>

螺旋线插补指令中，圆弧插补的部分同圆弧插补基本指令，而与圆弧平面垂直，作直线运动的坐标的坐标字和其在直线插补指令 G01 中的插补方法相同。

例如对图 2-13 所示的螺旋线,我们编程如下：

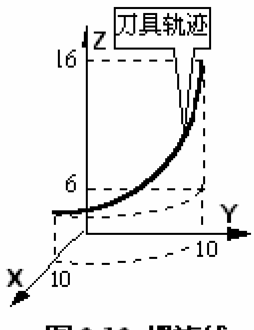



图 2-13 螺旋线

⑴绝对方式：

N100 G92 X10 Y0 Z6

N110 G03 X0 Y10 R10 Z16 F100

⑵增量方式：

N110 G91 G03 X-10 Y10 R10 Z10 F100

显然，本指令只适用于一圈以内的螺旋线。对于多圈螺旋线，还需用循环指令。

例 (5 圈螺旋线，螺距 10mm)

N100 G66 L05

N110 G17 G02 X0 Y0 I20 J0 Z10 F200

N120 G67

## 七．延时指令(G04)

延时指令 G04 可在加工过程中实现延时功能。当程序执行中遇到

此指令时，系统将暂停进给直到延时完毕或按下启动键后才继续加工。其指令格式为：

G04 X_____<Enter>

X 的值为延时值，单位为秒，允许 3 位小数。

例如，设有程序段

N300 G04 X16.323

N310 G01X70

当系统执行程序到 N300 段时，系统将暂停，16.323 秒后或者操作者按下启动键后，系统才继续执行以后的程序段 N310。

## 八. 三点格式圆弧指令(G05)

本指令是用指定圆弧上的三点：起点、中间点和终点来确定圆弧。这里所说的中间点是指所求圆弧段上除起点和终点外的任意点，它必须在所求圆弧段上。换句话说，所求圆弧必将通过第三点。系统将根据所给的三个点的相对位置自动确定圆弧走向。若起点和终点一致，系统将认定中间点为过起点（终点）的直径上的端点，且作为顺圆处理。其指令格式为：

G17 G05 X____Y____I____J____F____<Enter>

G18 G05 Z____X____K____I____F____<Enter>

G19 G05 Y____Z____J____K____F____<Enter>

也可用 G05 来编制螺旋线程序。其格式与 G02，G03 的螺旋线格式类似。

对图 2-11 的例子，可用 G05 指令来编程，那里的第三点我们现在称为中间点。由图可见，两个中间点均在要走的圆弧段上。

⑴绝对方式：

N100 G92 X20 Y20

N110 G90 G05 X45.586 Y34.772 I19.226 J19.226 F100

N120 G05 X56.502 Y18.889 I-6.141 J-12.875

⑵增量方式：

N110 G91 G05 X25.586 Y14.772 I19.226 J19.226 F100

N120 G05 X10.916 Y-15.883 I-6.141 J-12.875

## 九．参数设置指令(G10)

1．设置刀具偏置值：

G10 L_____X_____<Enter>

L 是偏置号(1～49)。X 为偏置值，偏置值的绝对值＜100mm。

例如有程序

N100 G10 L41 X15.5

则表示第 41 偏置号的偏置值被置为 15.5。系统执行了这段程序后,“ 用户参数 · 刀具号 ” 中第 14 偏置参数将被修改为 15.5。

2．设置工作坐标系，W 是坐标号(0～5)

G10 W_____X_____Y_____Z_____ A_____<Enter>

坐标号 0～5 分别对应于工作坐标系 G54～G59。X，Y，Z 是该工作坐标系原点对基准坐标系原点的偏移量，取值范围为(0～±999.999)。

例如：G10 W2 X20 Y25 Z-30 A120

表示工作坐标系 G56 之原点在基准坐标系中的位置为 (20，25，-30，120)。系统执行了这段程序后,“ 用户参数 · 工作坐标 ” 中 “ W：2 ” 的 X,Y,Z,A 的值分别将被修改为 20，25，-30，120。

若程序中通过 G10 指令设置了上述参数，则系统按 “ 参数设置 ” 中参数表有关的参数将被修改为指令设置的参数值。系统将按此参数执行。

## 十．极坐标指令(G16，G15)

终点坐标可以用极坐标值输入，系统将首先把极坐标转换成直角坐标(转换成直角坐标后，G90/G91 的方式为矢径指令的 G90/G91 编程方式)，再进行运算。建立极坐标必须选择平面 (G17/G18/G19)，并且在极坐标方式取消前不允许改变平面。

平面内的第一轴指令用以指定矢径，第二轴指令用以指定极角。例如在 XY 平面，X 表示矢径指令(单位为 mm)，Y 表示极角指令(单位

为°)。由起始位置逆时针方向旋转为极角正向。

G15：极坐标方式取消。

G16：极坐标方式建立。格式为：

G17/G18/G19 G90/G91 G16<Enter>

这里的 G90/G91 只对其矢径和极角起作用，并且在极坐标方式下为模态值。若无 G90 或 G91 指令，系统默认是 G91。在极坐标方式下允许用 G00，G01，G02，G03 指令，它们的格式为：

在 XY 平面：

G00/G01 G90/G91 X_____G90/G91 Y_____<Enter>

G02/G03 G90/G91 X_____G90/G91 Y_____R_____<Enter>

在 ZX 平面：

G00/G01 G90/G91 Z_____G90/G91 X_____<Enter>

G02/G03 G90/G91 Z_____G90/G91 X_____R_____<Enter>

在 YZ 平面：

G00/G01 G90/G91 Y_____G90/G91 Z_____<Enter>

G02/G03 G90/G91 Y_____G90/G91 Z_____R_____<Enter>

两个坐标都可分别用 G90 或 G91 编程。

⑴ 用 G90 给定矢径，当前坐标系的原点为极坐标系的中心。图 2-14 中，左图的极角用绝对方式编程，而右图的极角用增量方式编程。

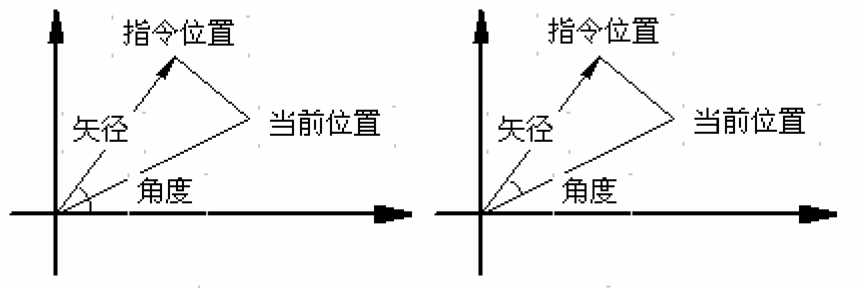



**图2-14绝对矢径极坐标编程**

⑵ 矢径用增量方式编程，当前点即为极坐标系的中心。图 2-15 中，左图的极角用绝对方式编程，右图的极角用增量方式编程。

固定循环指令中的位置指令（X，Y）也可以用极坐标值输入。极坐标圆弧编程时只能用 R 方式，若程序段中无 R 指令，则系统在编译

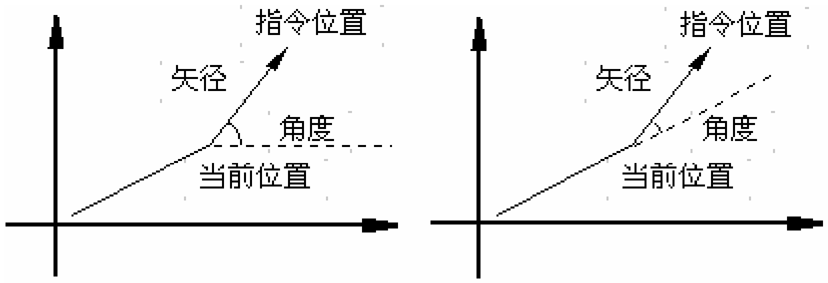



**图2-15 增量矢径极坐标编程**

时提示“数据错”。

例：镗孔循环。在半径为 100mm 的圆周上镗 6 个孔，孔的分布是均匀的，如图 2-16。

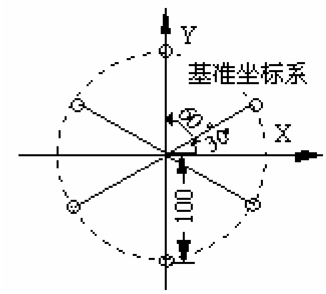



**图2-16 极坐标编程举例**

⑴ 矢径为绝对方式（其中 Z 和 R 也都是绝对方式）

① 角度为绝对方式(pl1.cnc)：

```
N10M0
N20G17G90G16
N30G81X100Y30Z-20R-5F200     ;钻第一个孔，极角为 30°。
N40Y90                       ;钻第二个孔，极角为 90°。
N50Y150                      ;钻第三个孔，极角为 150°。
N60Y210                      ;钻第四个孔，极角为 210°。
N70Y270                      ;钻第五个孔，极角为 270°。
N80Y330                      ;钻第六个孔，极角为 330°。
N90G15G80                    ;撤销固定循环。
N100M2
```

② 角度为增量方式（pl2.cnc）：

```
N10M0
N20G17G90G16
N30G81X100G91Y30Z-20R-5F200;钻第一个孔，极角为 30°。
N40Y60                     ;钻第二个孔，极角增加 60°。
N50Y60                     ;钻第三个孔，极角增加 60°。
N60Y60                     ;钻第四个孔，极角增加 60°。
N70Y60                     ;钻第五个孔，极角增加 60°。
N80Y60                     ;钻第六个孔，极角增加 60°。
N90G15G80                  ;撤销固定循环。
N100M2
```

⑵ 矢径为增量方式（其中 Z 和 R 也都是增量方式）

① 角度为增量方式(pl3.cnc)：

```
N10M0
N20G17G16
N30G81X100Y30Z-15R-5F200
N40Y120
N50Y60
N60Y60
N70Y60
N80Y60
N90G15G80
N100M2
```

② 角度为绝对方式 （pl4.cnc）：

```
N10M0
N20G17G16
N30G81X100G90Y30Z-15R-5F200
N40Y150
N50Y210
N60Y270
```

N70Y330

N80Y30

N90G15G80

N100M2

## 十一．返回参考点指令(G28，G29)

各返回参考点指令的运动方式均与 G00 指令相同。在刀具长度补偿、镜象、比例缩放、程序循环或坐标旋转等状态撤销之前，不允许使用各返回参考点指令。

1．G28 X_____Y_____Z_____A_____<Enter>

X，Y，Z，A 的值是在基准坐标系中的坐标值。系统执行该指令后，刀具将运动到指令指定的坐标点。若某坐标字缺省，则该坐标不运动。

例如，程序段为

G28 X50 Y70

在系统执行了 G28 指令后，刀具在 X 轴将运动到 50，在 Y 轴将运动到 70，而其它坐标将不运动。

2．G28<Enter>

在绝对编程方式下，刀具回到程序起点（即起刀点，也就是 G92 指令定义的坐标点）；在增量编程方式下，刀具回到编程零点(也是程序起点)。

例如，若起刀点的坐标为(120,50,70,0)，在系统执行了 G28 指令后，刀具将运动到(120,50,70,0)。

3．G29<Enter>:返回机床参考点指令。

返回机床参考点指令使刀具返回机床参考点（即机床零点)。

若在刀补状态下使用 G29 指令，系统将提示“ 编程错 ”。

## 十二．刀具半径补偿指令(G41，G42，G40)

G41：左侧补偿，即沿刀具运动方向看 刀具在工件轮廓的左侧。

G42：右侧补偿，即沿刀具运动方向看 刀具在工件轮廓的右侧。

G40：刀具半径补偿取消。

刀具半径补偿指令为模态指令,在用 G40 指令撤消之前一直有效。此功能一旦建立，系统自动计算出当前刀具中心运行所产生的、与编程轮廓等距离的轨迹。这样就可直接按图纸标注尺寸编制加工程序而不必考虑刀具半径的大小。

建立刀补必须选平面。若在刀补撤消前改变刀补平面，系统将在编译时提示“平面选择错”。如果程序中同时有旋转指令，旋转平面必须与刀补平面一致，否则系统将编译时提示“编程错”。

1．建立刀具补偿的格式如下:

G17 G00/G01 G41/G42 X_____Y_____D_____F_____<Enter>

G18 G00/G01 G41/G42 Z_____X_____D_____F_____<Enter>

G19 G00/G01 G41/G42 Y_____Z_____D_____F_____<Enter>

X，Y（或 Z，X 或 Y，Z）的值在 G90 下是加工零件图形起始点在坐标系中的坐标值；在 G91 下为加工零件图形起始点相对于建刀补指令点的相对坐标值。

D 代码给出刀具偏置参数号，系统根据此刀具偏置参数号取补偿值，其补偿值(即刀补半径)在“参数设置·用户参数·刀具值”的相应号中设定，也可通过 G10 指令来设置(这时 G10 指令中的 L 的值为刀具偏置号，而 X 的值为刀补补径)。若本段指令中无 D 指令，系统将取前面程序段中最后一个 D 代码；若前面无 D 代码，系统将认为刀具半径等于零。D 指令为模态指令。

2．撤消刀具补偿的格式如下:

G01/G00 G40 X_____Y_____<Enter> （XY 平面）

G01/G00 G40 Z_____X_____<Enter> （ZX 平面）

G01/G00 G40 Y_____Z_____<Enter> （YZ 平面）

X，Y（或 Z，X 或 Y，Z）的值在 G90 下为撤刀补指令点在坐标系

中的坐标值；而在 G91 下则为撤刀补指令点相对于轮廓终点的相对坐标值。撤刀补指令点与建刀补指令点允许不一致。建立和撤消刀补只能用 G00 或 G01 指令。建立一次刀补，只适用于一个连续图形。如遇多个相互孤立的图形，原则上每个图形都必须建立刀补，撤消刀补。

本系统提供两种刀具补偿方式 B 型补偿和 C 型补偿。用户可以任选其中一种补偿方式。本系统提供三个平面(X-Y，Z-X，Y-Z)的刀具补偿。用户可以只选用 X-Y 平面的刀具补偿，也可以选用三个平面的刀具补偿。

① B 型补偿:

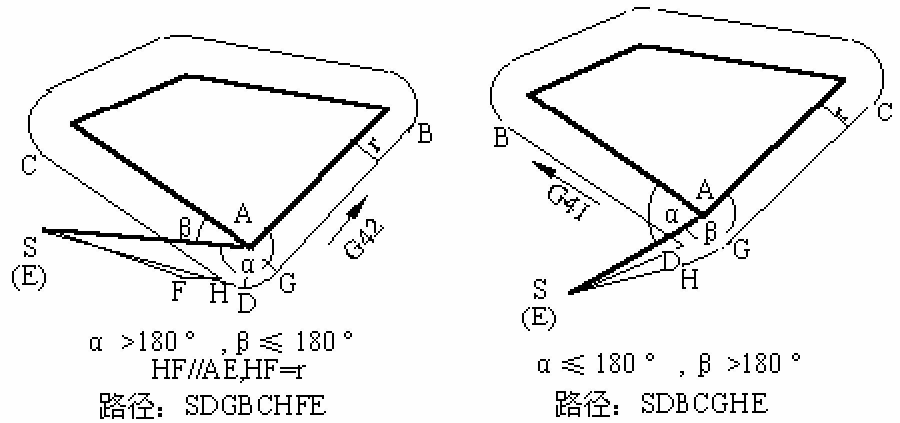



**图 2-17-1 B 补偿轨迹1**

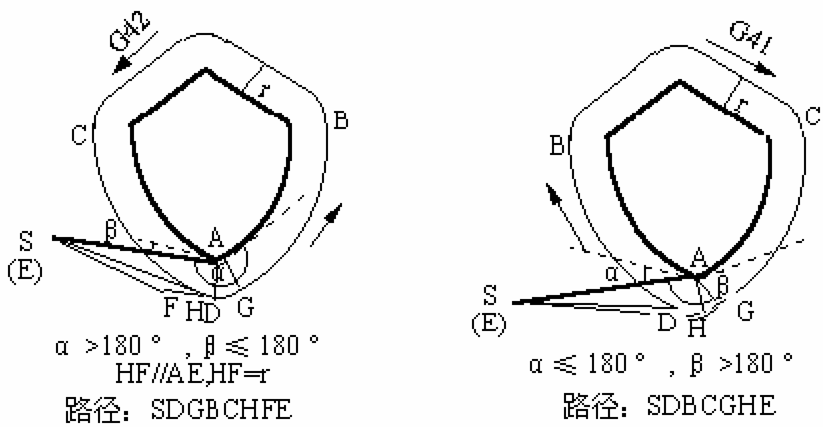



**图 2-17-2 B 补偿轨迹 2**

在遇到两程序段间形成外尖角时，本系统能自动判断并自动过渡(圆弧过渡)。系统将不处理内尖角，需要用户编程解决。例如，用户可在内尖角处增加过渡圆弧。其过渡圆弧的半径不得小于所用刀具的半径，且过渡圆弧必须与 内尖角涉及的两边 （或圆弧） 相切。B 补偿方式下的刀具轨迹 如图 2-17-1、图 2-17-2。

② C 型补偿:

在遇到两程序段间形成尖角(不管是外尖角还是内尖角)时，本系统能自动判断并自动过渡。在遇到外尖角时，它实行“ 伸长型直线过渡 ” 或“ 插入型直线过渡 ”;而遇到内尖角时，它实行“ 缩短型过渡 ”。

现在介绍 C 型刀补建立和撤消时刀具中心的轨迹(图 2-18-1、图 2-18-2、图 2-18-3、图 2-18-4、图 2-18-5、图 2-18-6)。

⑴ 建立刀具补偿时，刀具中心从 S 点开始；刀具中心到达 A 点，建立刀具补偿结束，这时刀具处于偏置状态。刀具中心轨迹(虚线)如下:

① α＞180 ° 时

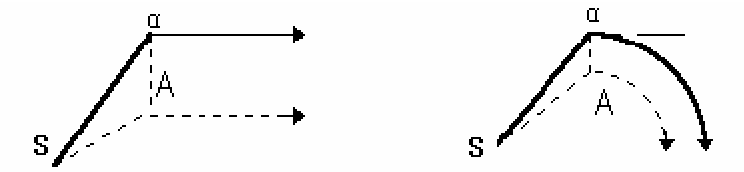



图2-18-1 α ＞180°

② 90 ° ≤ α ≤180 ° 时

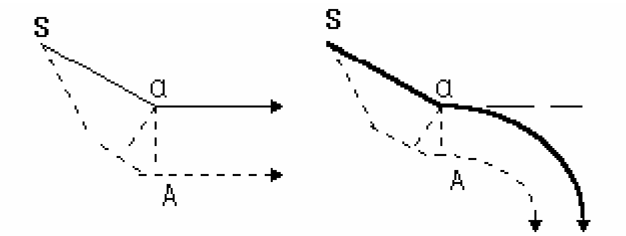



图2-18-2 90° ≤ α ≤180°

③ α≤90°时

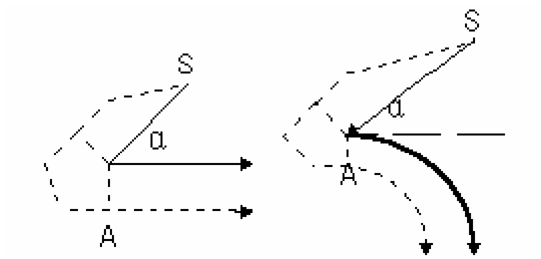



图2-18-3 α≤90°

⑵ 撤消刀具补偿时，刀具中心轨迹(虚线)如下:

① α＞180°时

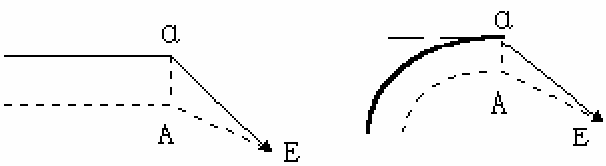



图2-18-4 α＞180°

② 90°≤α≤180°时

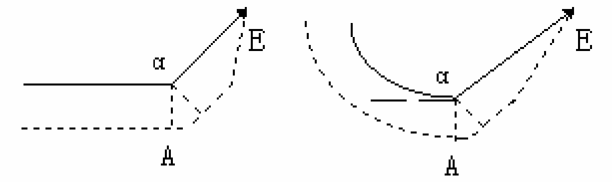



图2-18-5 90°≤α≤180°

③ α≤90°时




图2-18-6 α≤90°

撤消刀补过程开始前，刀具中心处于A点，即偏置的终点。刀具中心离开A点，撤销刀补过程进行，直至刀具中心到达E点。

图 2-19 的例子说明<C>型补偿情况下刀具运行时的轨迹：

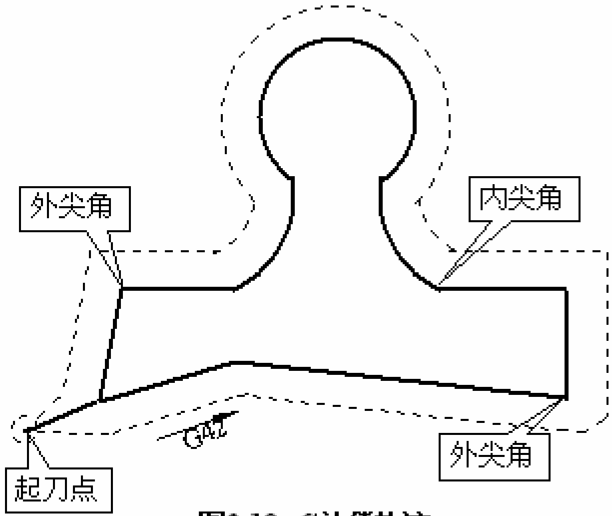



图2-19 C补偿轨迹

请用户注意:在内尖角处,所用刀具半径不要过大,否则要出错(编译时提示错误信息)。所以，凡有内尖角的程序，最好在加工前空运行一遍，利用图形显示观察程序对否。图 2-20 表示在内尖角情况下，两种不同刀具半径 r 的刀具中心轨迹。当 r 较小(r1)时可正常运行，而当 r 过大(r2)时，编译将提示错误信息。

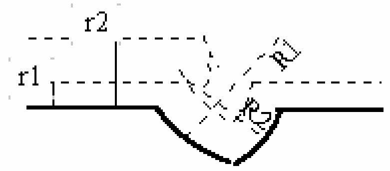



图2-20 C补偿内尖角情形

在偏置状态(包括建刀偏和撤刀偏过程)下，在两程序 段之间加一些不使刀补平面的坐标轴运动的指令，将不改变刀具投影在该刀补平面的运动轨迹(即，不影响刀补状态)。在偏置状态下，刀补平面内的运动不要使用 G00 指令。若使用了 G00 指令，则将按 G01 方式执行。

对于 C 型补偿，系统允许在刀补状态下改变刀偏方式（G41，G42）。在改变刀偏方式时，系统将从前一刀偏方式的终点直线地运行到后一刀偏方式的起点。系统也允许在刀补状态下设置 G28 指令。当刀具运动到 G28 的前一条指令的终点时，系统将暂时撤消刀补而运行到 G28 指定的点，随后系统又将自动建立刀补而到达下一段程序的起点。系统不允许在刀补状态下使用各种固定循环指令。在刀补状态下设置 G45～G48 指令将不起作用。

## 十三．刀具长度补偿指令(G43，G44，G49)

G43：刀具长度补偿增加

G44：刀具长度补偿减少

G49：刀具长度补偿取消

指令格式为:

G43/G44 G00/G01 Z_____H_____<Enter>

G49 <Enter>

H：01～49

H 指令为模态指令。

刀具长度补偿指令使系统在刀具长度(Z 轴)上增加或者减少一个长度补偿值。补偿值由 H 代码确定。同半径补偿一样，H 代码给出偏置参数号，系统根据此偏置参数号取补偿值。同半径补偿一样，长度补偿值也可通过 G10 指令来设置(这时，G10 指令中的 L 值为偏置参数号，而 X 的值为长度补偿值)。因此，使用本指令必须有 H 代码。长度补偿指令是模态指令，只有当 G49 指令或 H00 指令出现时，刀具长度补偿才取消(Z 方向将有撤销的运动过程)。注意，凡是程序中编有 G43 或 G44 指令，最后应当有 G49 或 H00 指令撤销长度补偿。

注：由于改变偏置而改变偏置值时，原偏置值即变更为新偏置值。例如：设 H01 为 20，H02 为 30，并执行下述指令：

N100 G90 G43 G01 Z100 H01

N110 G43 G01 Z-100 H02

系统在执行 N100 段指令后，Z 走到 120(100+20)，系统执行 N110 段指令后，Z 走到-70(-100+30)。

在 XY 平面刀补状态下也可以进行刀具长度补偿。

在刀具偏置指令中也可以进行刀具长度补偿。此时，刀具偏置指令只应用于 X，Y 坐标。

在螺旋线（XY 平面）编程中，对 Z 轴也可以进行刀具长度补偿，但并不影响螺旋线本身的特性。

我们再举一个使用长度补偿的例子。这里，H01=4。如图 2-21，

为了绘图的方便，在 X-Y 平面 G00 的路径(虚线表示)采用 G01 方式，但实际是单轴运动方式。

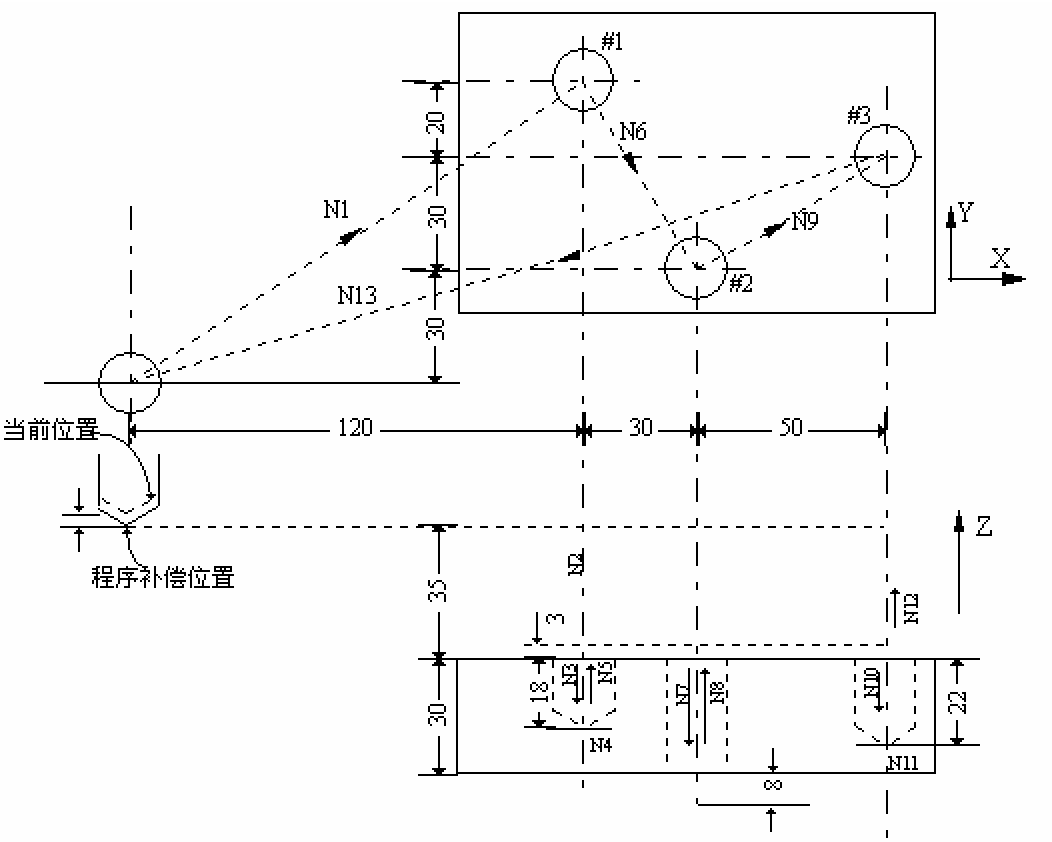



图 2-21 长度补偿例

```
N1 G91 G00 X120 Y80        ；刀具从起点走到#1 孔位置
N2 G44 Z-32 H01            ；刀具从当前高度快速下降到安全
                           平面(离工件表面 3mm 的地方)，其
                           中已包括了补偿 4mm。
N3 G01 Z-21 F1000
N4 G04 X20
N5 G00 Z21
N6 X30 Y-50
N8 G01 Z-41
N8 G00 Z41
```

```
N9 X50 Y30
N10 G01 Z-25
N11 G04 X20
N12 G00 Z57 H00            ；取消补偿，并回到起始高度
N13 X-200 Y-60
N14 M02
```

## 十四．刀具偏置指令(G45，G46，G47，G48)

G45：增加一个刀偏量

G46：减少一个刀偏量

G47：增加两个刀偏量

G48：减少两个刀偏量

刀具偏置指令表示指令执行时将对编程尺寸的绝对值增加或者减少一个或两个刀具偏置量。与半径补偿功能类似，刀具偏置量由 D 代码确定，D 代码给出偏置参数号，系统根据此偏置参数号取偏置值(取正值)，与半径补偿类似，此处，偏置量也可通过 G10 指令来设置，其中 L 的值为偏置参数号，X 的值为偏置量。刀具偏置指令对圆弧插补(G02/G03)来说是在圆弧的半径方向增加(或减少)一个或两个刀具偏置量；对直线插补指令(G00，G01)来说则为在刀具运动方向上增加（或减少）一个或两个刀具偏置量。刀具偏置指令是暂态指令，在需偏置的每一段指令前均要加偏置指令。如果刀具长度补偿未撤消，偏置只在 X，Y 上进行。

刀具偏置指令只在刀补撤消状态下使用。

若偏置太大而使某一坐标轴运动方向反向或圆弧半径变负，系统编译时将提示“数据错”。若 G00 或 G01 指令的某坐标值的增量值为 0 而无其它坐标字(仅指 X，Y，Z)，则 G45 表示该坐标正向运动一个刀偏值，G46 表示该坐标负向运动一个刀偏值。

对图 2-22 的例子，我们有下述程序(其中假定刀偏值为 10)：

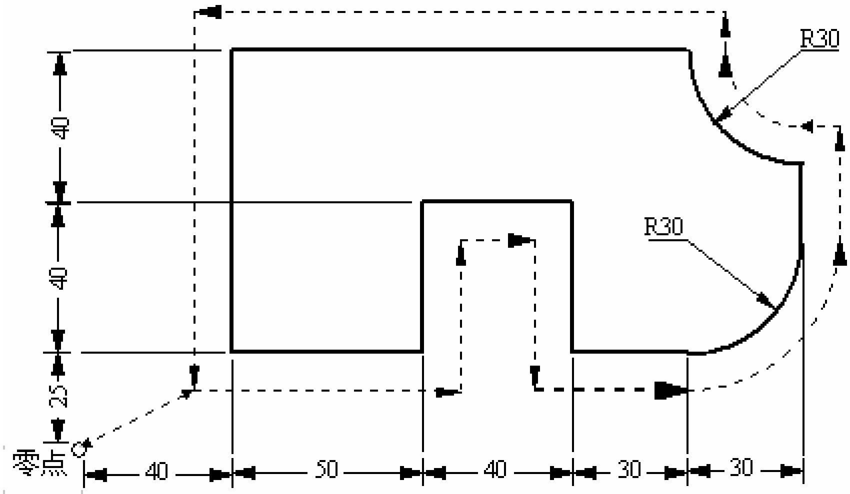



图 2-22 刀具偏置指令例

```
N05 M00
N10 G91 G46 G00 X80 Y50 D01
N20 G47 G01 X50 F120
N30 Y40
N40 G48 X40
N50 Y-40
N60 G45 X30
N70 G45 G03 X30 Y30 J30
N80 G45 G01 Y20
N90 G46 X0                ；在 X 的负方向运动一个刀偏值
N100 G46 G02 X-30 Y30 J30
N110 G45 G01 Y0           ；在 Y 的正方向运动一个刀偏值
N120 G47 X-120
N130 G47 Y-80
N140 G46 G00 X-40 Y-25
N200 M02
```

## 十五．镜象指令(G50)

镜象指令为加工对称形状的工件提供了很大的方便，用户在编好一个程序后若想得到一个它的对称形状，则可用设置镜象来实现。本系统可对 X，Y，Z 轴实施镜象功能。当某一坐标设置镜象以后，该坐标的运动方向与编程方向相反。当某坐标不设镜象时该坐标可省略。镜象指令格式如下：

G50 X_____Y_____Z_____I_____J_____K_____ <Enter>

式中 X，Y，Z 分别表示设置的镜象轴。若某坐标不设置镜象轴，该镜象轴坐标字可省略。例如设 X=5，则镜象后的图形将以 X=5 为轴对称。镜象轴只对绝对方式起作用。当镜象轴坐标字缺省或在增量方式（此时将忽略镜象轴坐标字）时，将无镜象轴。镜象从镜象指令设置点开始。

I，J，K 分别对应于 X，Y，Z 轴的镜象状态：其值为 1 表示该轴设置镜象，其值为 0 表示该轴镜象状态取消。当 I，J，K 中的某一个缺省，则该指令将不改变其相应坐标的镜象状态。

若 I、J、K 均缺省，则各轴镜象都被撤消。

在刀补状态下，若某一坐标设置了镜象，则涉及该轴的刀具补偿平面的刀偏方式(G41，G42)将发生改变。除用 G50 指令设镜象外，本系统还可以用参数设置的办法来设置镜象（或称参数镜象）。用参数设置某一轴镜象后，该轴的镜象图形与原图形关于过起刀点位置的相应轴为对称（除 G28 指令以外）。

这里，我们提请用户注意：***本系统以参数镜象优先。***即只要用参数设置了镜象(即使只设置了一个轴)，G50 指令就不起作用(系统将提示“ 编程错 ”)。因此，除非必要，一般都要将“ 参数设置 ”中的各轴镜象设置为“ 0 ”。

镜象指令不能嵌套。

例:下面的图形可用两种设置镜象指令的办法来实现。

⑴不设镜象轴（见图 2-23-1）

N010 M00

```
N100 G01 X50 F100
N110 G01 X50 Y30
N120 G01 X-50 Y30
N130 G01 Y-60
N140 G01 X-110
N150 G50 I 1
N160 M96 P110 P130
N170 G50
N180 G28
N200 M02
```

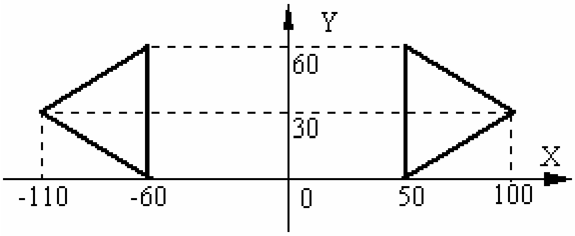



图 2-23-1 镜象举例

⑵设置镜象轴 X=-5（图 2-23-2）

```
N010 M00
N020 G92 X0 Y0
N100 G90 G01 X50 Y0 F100
N110 G01 X100 Y30
N120 G01 X50 Y60
N130 G01 Y0
N150 G50 X-5 I 1
N160 M96 P100 P130
N170 G50
N180 G28
N200 M02
```

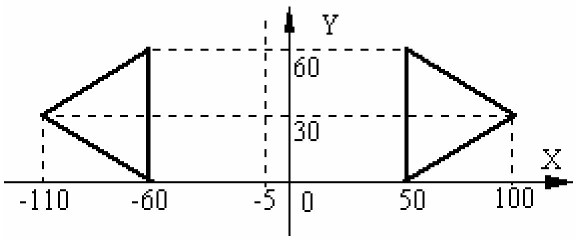



图 2-23-2 镜象举例

## 十六．比例缩放指令(G51)

比例缩放功能是将程序中各个坐标的值成比例地放大或缩小。放大的倍数必须保证放大后的坐标值在编程尺寸范围内。可有两种格式：

G51 X_____Y_____Z_____P_____<Enter>

G51 X_____Y_____Z_____I_____J_____K_____ <Enter>

其中 X，Y，Z 为缩放中心，而 P 则为缩放系数，此格式表示三坐

标均有缩放。

若不需要三轴都缩放，可以用第二种格式。并且各轴的缩放系数可以不同。圆弧插补(G02，G03)时，各轴缩放系数不同不会产生椭圆，系统将以其较大值作为圆弧的缩放系数。

当 P 字和（I，J，K）字都处于一条指令时，较后者优先。

若 P 字和（I，J，K）字都缺省则意味着缩放无效或取消。

若 X，Y，Z 字缺省或在 G91 模式下，系统将以缩放指令设置时的点为缩放中心。

比例缩放指令不能嵌套。

我们举一个比例缩放的例子(见图 2-24)：

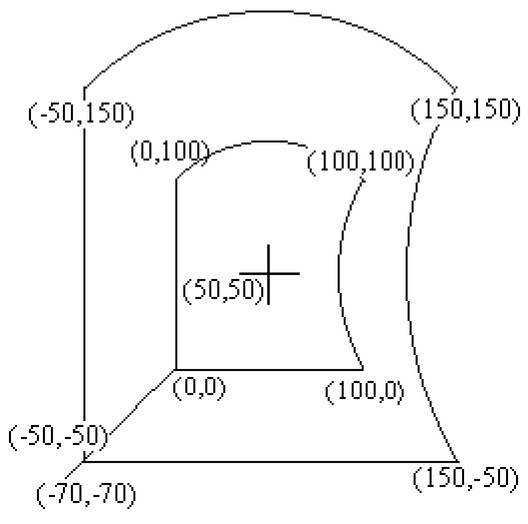



图 2-24 比例缩放举例

```
N010 M00
N020 G92 X-70 Y-70
N040 M98 P200
N050 G51 X50 Y50 I2 J2
N060 M98 P200
N070 G51
N080 M02
N200 G90 G01 X0 Y0 F100
```

```
N210 X100
N220 G02 X100 R100
N230 G03 X0 I-50 J-50
N240 G01 Y0
N750 G28
N770 M99
```

## 十七．返回基准坐标系指令（G52）

格式为：G52<Enter>

G52 指令将撤消所有工作坐标系，并转到基准坐标系。

G52 指令必须是独立的一段。

## 十八．转到机床坐标系指令(G53)

用 G53 指令可临时转到机床坐标系，其格式为：

G53 X_____Y_____Z_____A_____<Enter>

式中的 X，Y，Z，A 的值均为机床坐标值。本指令为非模态指令。它不改变基准坐标系或工作坐标系的状态。

G53 指令必须是独立的一段。

让我们来看一个实际的例子，以说明 G53 指令的用途。




图 2-25 G53 应用例

设要加工一个槽形工件(如图 2-25)，槽宽为 22mm,槽深为 30mm,槽长 40mm (通槽)。Y 向对刀面离槽壁 4mm。Z 向对刀在工件表面，对刀后，Z 轴上提 5mm。由于此槽是通槽，X 向不必对刀。设当工件装夹好并对好刀后起到点的机床坐标为（360.51,-13.37,-51.23)。

我们对该工件编程如下：

N10 M00

N20 M3 M8

N25 G53 X360.51 Y-13.37 Z-51.23

N30 G45 G0 Y-15 D1

N40 Z-25

N50 G47 G1 X-60 F500

N60 G46 G0 Y11

N70 Z-10

N80 G47 G1 X60

N90 G48 G0 Y-22

N100 G47 G1 X-60

N110 G28

N120 M5M9

N130 M2

在批量加工时，当工件装夹好后，不管现在刀具处于何处，当启动程序运行到 N25 这一段时，程序将执行 G53 指令，刀具按 G00 方式运动到（360.51,-13.37,-51.23）处。这样就保证了起刀点的重复定位精度。由于 G53 指令直接与机床坐标关联，故应用 G53 指令的必要条件之一是机床坐标必须正确。因此，在该工件第一次对刀前，各坐标轴都必须回机床零。同时要求操作者在每天加工前或一旦发现机床坐标有偏差时先回机床零。

这就是 G53 指令的一个典型用法。

## 十九．选择工作坐标系指令(G54，G55，G56，G57，G58，G59)

G54　选工作坐标系 0

G55　选工作坐标系 1

G56　选工作坐标系 2

G57　选工作坐标系 3

G58　选工作坐标系 4

G59　选工作坐标系 5

本系统设有三类坐标系：

A：机床坐标系。机床参考点为其坐标原点。

B：基准坐标系。其坐标原点为加工前刀具的位置或由 G92 指令设置的坐标原点。

C：工作坐标系。其坐标原点为由 G54～G59 工作坐标系参数设置的相对于基准坐标系原点的偏移量。本系统设有六种工作坐标系供选择。

选择工作坐标系指令是模态指令。选定某一工作坐标系后，刀具就受该坐标系的支配。改变了工作坐标系，系统将从原坐标系状态转到新的坐标系状态。系统在执行选择工作坐标系指令时，刀具将移动到所选工作坐标系中的指定点。

以下说明均以 G54 为例，G55～G59 相同。

指令格式如下:

G00/G01 G54 X_____Y_____Z_____A_____F_____<Enter>

其中 X，Y，Z，A 值为相对于该坐标系原点的坐标。例如：

G01 G54 X20 Y30 Z10 F200

指令执行后，刀具将移动到 G54 坐标系中的点（20，30，10)。

选择工作坐标系指令只能用 G00 或 G01 方式，否则为 " 编程错 "。

如果某坐标不需要运动，该坐标字可以省略。如果坐标字全被省略或只有 G54 指令字，系统将以下最近的带有坐标字的 G00 或 G01 程序段作为选择工作坐标系指令的程序段。

工作坐标系的建立必须在旋转、缩放及镜象等的撤消状态下进行；在极坐标下也不能选择工作坐标系。否则系统编译时将提示 " 编程错 "。

下面举两个使用 G52，G53 及工作坐标系的例子。

例 1.（图 2-26-1)

N1 M00

N2 G10 W0 X120 Y100 ;工作坐标系 0 对基准坐标系的偏移值为(120，100)

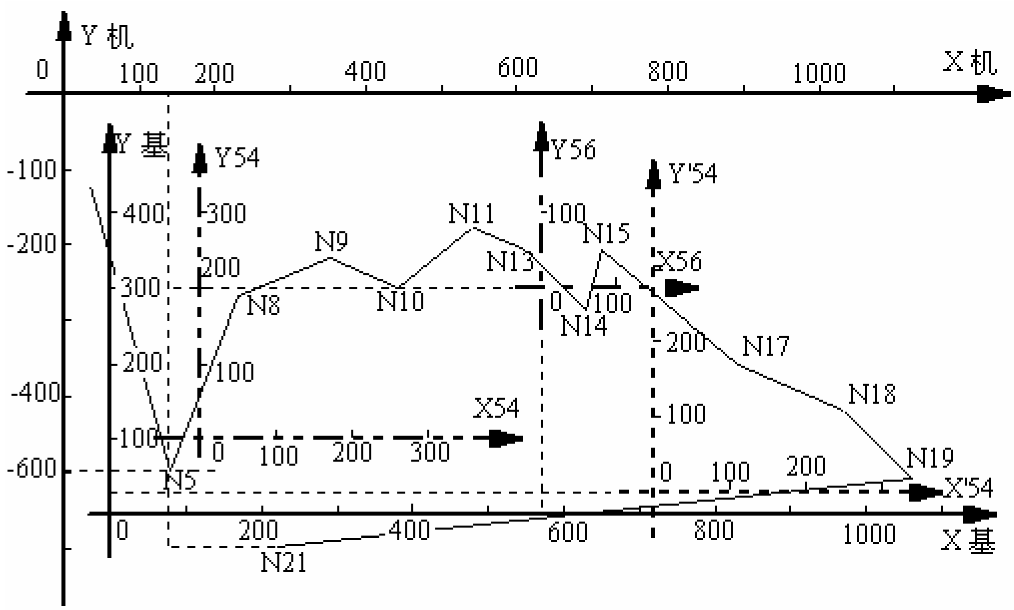



**图 2-26-1 各坐标系的关系图**

N3 G10 W2 X570 Y300 ;工作坐标系 2 对基准坐标系的偏移值为(570，300)

N4 G53 X141 Y-496 ;从当前点运动到机床坐标系的点(141，-496)

N5 G92 X80 Y60 ;设置基准坐标系，起刀点为基准坐标系的点(80，60)

N6 G54 G90 F200 ;设置工作坐标系 0 标志，并设定绝对编程方式

N7 G01 ;这条指令在运行时，实际上将不起作用

N8 G01 X50 Y190 ;建立工作坐标系 0

N9 G01 X170 Y240

N10 G01 G54 X260 Y200 ;G54 被忽略

N11 G01 X360 Y280

N12 G10 W0 X223 Y153 ;设置新的工作坐标系 0 的原点，但不起作用，因下条指令不是建立

```
                                        工作坐标系指令
N13 G01 X430 Y250
N14 G01 G56 X60 Y-30       ;建立工作坐标系 2
N15 G01 X80 Y50
N16 G10 W0 X720 Y30        ;设置新的工作坐标系 0 的原点
N17 G01 G54 X110 Y170      ;建立工作坐标系 0
N18 G01 X250 Y50
N19 G28 X1060 Y50          ;走到基准坐标系的点（1060，50）
N20 G52                    ;撤消所有工作坐标系并转到基准
                            坐标系
N21 G01 X210 Y-40
N220 G28                   ;回起刀点（基准坐标系）
N900 M02
```

从这个例子可以看出机床坐标系、基准坐标系和各工作坐标系之间的关系，可以看出如何建立工作坐标系。

例 2．(图 2-26-2)

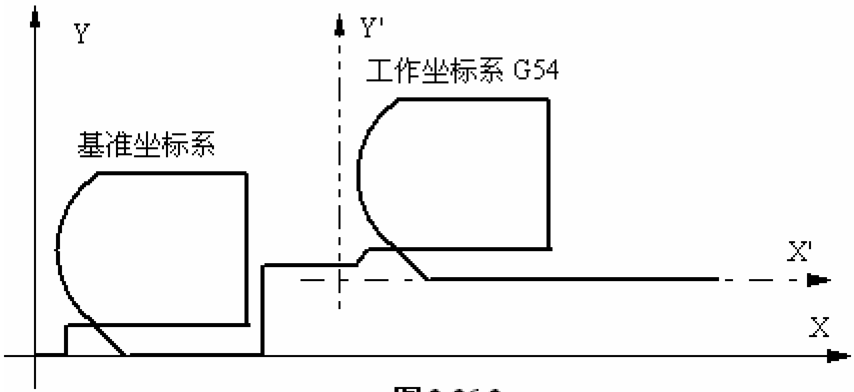



图 2-26-2

```
N10 M0
N30 G10 W0 X200 Y50        ;设置工作坐标系 G54 对基准坐标
                            系的偏移量
N60 G10 L01 X10
N200 G92 X0 Y0 Z20         ;建立基准坐标系
```

```
N210 G90 G00 Z-5
N220 G42 D01 F100
N230 G00 X20 Y20          ;建立刀偏
N240 G01 X140
N250 Y120
N260 X40
N270 G03 X40 Y20 R60
N280 G01 X60 Y0
N290 F500
N300 G01 X150
N320 F100
N330 G54
N420 G00 X10 Y10          ;刀偏暂时撤消至工作坐标系 G54
                           的点（10，10）
N430 G90 G01 X20 Y20      ;重建刀偏，并在工作坐标系 G54
                           中设置绝对编程方式。
N440 G01 X140
N450 Y120
N460 X40
N470 G03 X40 Y20 R60
N480 G01 X60 Y0
N500 G52                  ;工作坐标系 G54 撤消
N550 G01 X400
N560 G01 G40 X450 Y50     ;刀偏撤消
N600 G28
N700 M02
```

在这程序中，从 N430 到 N480 程序段所表示的图形与从 N230 到 N280 程序段所表示的图形完全是一样的，只不过前者平移了一个位置（X 方向 200，Y 方向 50）。这正是设置的工作坐标系 G54 对基准坐标系的偏移量。当坐标系改变时，系统将暂时撤消刀偏至新坐标系的指

定点。然后系统自动的重新建立刀偏至下一点。

## 二十．程序循环指令(G66，G67)

指令格式：

G66 L_____ <Enter>　　程序循环开始

G67 <Enter>　　程序循环结束

L 表示循环次数，最大循环次数为 999 次，L 缺省意味着 L=1。G66 与 G67 必须配对使用。

在 G66 和 G67 之间的若干程序段称为循环体。循环体编程可以用增量方式，也可以用绝对方式。当然也可以两种方式混编。系统在执行循环体程序时，首先将循环体内用绝对方式编程的程序变成增量方式，然后再循环执行之。

循环程序指令常被用来编制具有重复加工工序的若干程序段。

循环程序不能嵌套，也不能在 M96 下编程，否则编译时将提示“嵌套错”。如§2-4 六.2.的 5 圈螺旋线是用循环程序编制的一个例子。

循环程序只允许在同一坐标系下工作而不允许跨坐标系循环。

## 二十一．坐标旋转指令(G68，G69)

坐标旋转指令用来将一图形围绕旋转中心旋转某一角度 R。

G69 为坐标旋转撤消指令。

G68 为坐标旋转建立指令，其格式为:

G17 G68 X_____Y_____R_____ L_____<Enter>

G18 G68 Z_____X_____R_____ L_____<Enter>

G19 G68 Y_____Z_____R_____ L_____<Enter>

其中坐标值(X，Y，Z)为旋转中心，R 为旋转角，其单位是度(°)，范围是-360°～+360°。当旋转中心省略或增量方式编程(此时系统将忽略旋转中心坐标字)时，旋转指令起始点为旋转中心。L 为旋转次数。当 L 字缺省时，系统认定 L=1。若需连续多次旋转某一固定角度，则可编 L 指令。

旋转指令必须选择平面，且在旋转撤消前不允许改变所选择的平

面。旋转平面必须与刀补平面一致。若在缩放方式下建立坐标旋转指令，旋转中心也参加缩放。

在下列情形，系统编译时将提示错误：

（1）|R|>360°或 R=0 时，“数据错”；

（2）在旋转模式下变更旋转平面或与刀补平面（刀补状态下）不一致时，“平面选择错”；

（3）在所选平面内，旋转中心两个坐标字都必须有值，若只有一个坐标字有值，则“旋转中心错”

（4）旋转指令不能嵌套。否则系统编译时将提示编程错。

注：系统允许刀补指令、旋转指令、镜象指令、比例缩放指令或循环指令互相嵌套。但不能交叉。

例 1：旋转程序，旋转中心在点(70，30)，旋转角 60°(图 2-27-1)

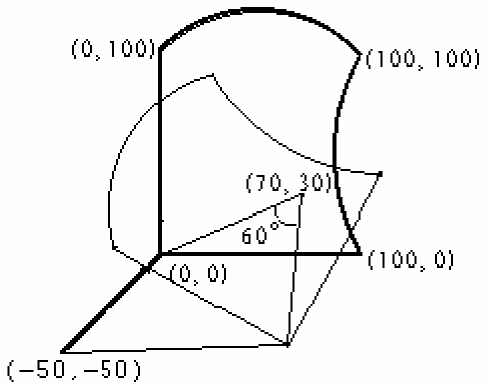



**图 2-27-1 有旋转中心的坐标旋转**

```
N010 M00
N020 G92 X-50 Y-50
N030 G90 G01 X0 Y0 F100
N040 X100 Y0
N050 G02 X100 Y100 R100
N060 G03 X0 Y100 I-50 J-50
N070 G01 Y0
N080 G28
```

```
N090 G68 X70 Y30 R60
N100 M96 P30 P80
N110 G69
N200 M02
```

例 2：用增量编程方式编制的旋转程序(图 2-27-2)

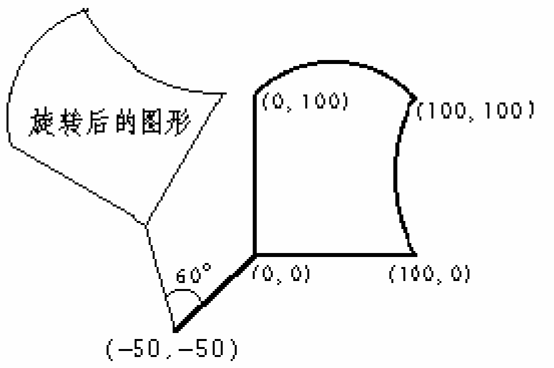



图 2-27-2 无旋转中心的坐标旋转

```
N10 M00
N30 G01 X50 Y50 F100
N40 X100
N50 G02 Y100 R100
N60 G03 X-100 I-50 J-50
N70 G01 Y-100
N80 G28
N90 G68 X70 Y30 R60
N100 M96 P30 P80
N110 G69
N200 M02
```

程序中的 X70，Y30 两指令字在执行时将忽略。

例 3: 连续 7 次旋转一固定角度(45°)(图 2-27-3)

```
N010 M00
N020 G92 X0 Y-30
N030 G90 G01 G42 X0 Y-10 D01 F100
```

```
N040 G01 X4.142 Y-10
N050 G01 X7.071 Y-7.071
N080 G68 X0 Y0 R45 L07
N100 G01 X4.142 Y-10
N110 G01 X7.071 Y-7.071
N120 G69
N700 G01 G40 X0 Y-30
N750 G28
N900 M02
```

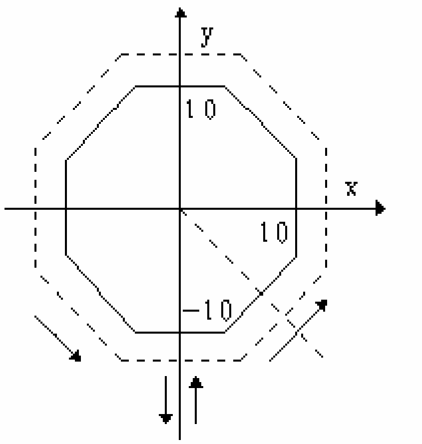



图 2-27-3 多次旋转

## 二十二．铣键槽固定循环指令(G72，G73)

1．铣直键槽指令

G72/G73 X____Y____Z____R____Q____F____<Enter>

2．铣圆弧键槽指令

G72/G73 X____Y____U____Z____R____Q____F____<Enter>

G72/G73 X____Y____I____J____Z____R____Q____F____<Enter>

对于直键槽，G72 和 G73 都可以用。 (X，Y)为键槽远端位置，其规定同于一般直线之规定。

对于圆弧键槽，G72 对应于顺时针键槽，而 G73 则对应于逆时针键槽。U 为圆弧半径，(X，Y)为圆弧终点位置，(I，J)为圆心坐标。

其规定同于一般圆弧之规定。

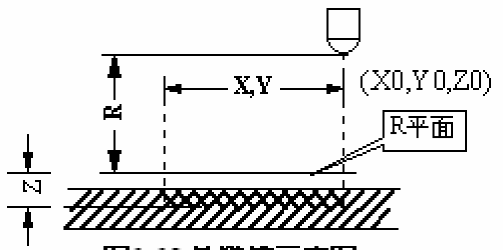



图2-28 铣键槽示意图

在增量方式下：R 为刀具初始点到 R 平面的距离，Z 为 R 平面到键槽底部的距离。

在绝对方式下：R 为 R 平面的坐标（在 Z 坐标方向），Z 为键槽底部的坐标（Z 坐标）。

一般，R 平面应高于工件表面适当的距离。

Q 为每次进给切削的深度，其值恒为增量值（正值）。

铣键槽固定循环指令为固定工序的循环体。铣键槽前刀具的初始位置为(X0，Y0，Z0)。

切削过程为：

（1）刀具先快速到达点 R 平面，此时，刀具已达到键槽起始端。

（2）以指令给定的速度切削进给 Q。

（3）在 X，Y 平面以指令给定速度铣键槽。

（4）快速提刀到 R 平面。

（5）快速运动到键槽起始端。

（6）若未达到键槽底部，增加一个 Q 值，重复(1)～(5)的动作，直到刀具到达键槽底部。铣完后快速返回到刀具初始位置。

## 二十三．钻、镗孔固定循环指令(G80,G81,G82,G83,G84,G85,G86)

格式为：

G98/G99 G8*X____Y____Z____R____Q____P____F____

L____<Enter>

其中，G8*为 G81～G87，称为孔加工方式，是模态指令。Z，R，Q，P，F 称为孔加工数据，它们均为模态值，在改变孔加工方式时并不改

变。用 G80 指令将清除孔加工方式和孔加工数据。各种孔加工数据对于上述固定循环不一定都需要，但编入程序后可以保存。X，Y 为孔位置的数据。可以用直角坐标输入，也可以用极坐标输入。

G98 指令使刀具返回初始点，而 G99 指令则使刀具返回 R 点。

输入时必须选择 X，Y 平面。X，Y，Z，R 均可以用 G91，G90 编程。

增量方式下： R 为刀具初始点到 R 点的距离，Z 为 R 点到孔底的距离。

在绝对方式下：X，Y 为孔的位置坐标，R 为 R 点的坐标（在 Z 坐标方向，R 点必须在工件表面上方的安全位置），Z 为孔底的坐标（Z 坐标）。

Q，只用于 G83 指令。每次进给切削的深度。其恒为增量值（正值）。

P，只用于 G82 指令。刀具在底部暂停的时间，单位为秒。

F，切削进给速度，单位为 mm/分。

L，重复次数（即孔的个数）。需进行多孔加工时可编。当 L 缺省时，系统认定 L=1。

当需要加工圆弧上等距离分布的若干孔时，其孔位置的数据由下述指令字给出：

X____Y___U____V___W____L____。

其中：(X,Y)表示圆弧圆心坐标(G91 编程时,圆心为指令当前点)；U 表示圆弧半径（正值有效）；V 表示第一个孔的角度位置，输入单位为度，范围为(-360°～360°)；W 表示各孔的角度间距，输入单位为度。

现在我们来看图 2-29-1 的例子。它实际上就是图 2-16。我们用上述指令字来编程(pl6.cnc):

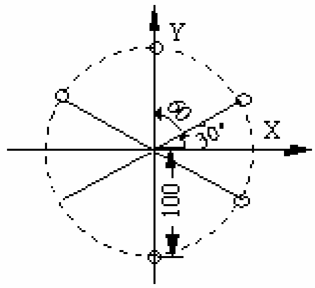



图 2-29-1

```
N10 M0
N20 G92 X0 Y0 Z0
N30 G90 G81 X0 Y0 U100 V30 W60 Z-20
    R-5 F200 L6
```

N100 M2

和极坐标编程是不一样的是，这个程序运行时，只有在最后一个孔加工完后才回到初始点，而其它几个孔加工完后均是回到 R 点。这个例子我们也可以用下述的“圆周方式”来编程。

当需要加工圆周上等距离分布的若干孔时，其孔位置的数据由下述指令字给出：

X___Y___U___V___L___。

其中：(X，Y）表示圆弧圆心坐标；U 表示圆弧半径（正值有效）；V 表示第一个孔的角度位置，输入单位为度，范围为(-360°～360°)；

注意这种情况下，加工孔的顺序为逆时针顺序。

例（图 2-29-2，pl5.cnc）

```
N10 M0
N20 G92 X0 Y0 Z0
N30 G90 G81 X0 Y0 U100 V30 Z-20 R-5 F200 L6
N100 M2
```

当需要加工直线上等距离分布的若干孔时，其孔位置的数据由下述指令字给出：

X___Y___K___V___L___。

其中：(X，Y）表示第一个孔的坐标，K 表示孔的间距（正值有效）；V 表示直线与 X 轴的夹角的角度，输入单位为度，范围为(-360°～360°)(见图 2-29-2)。

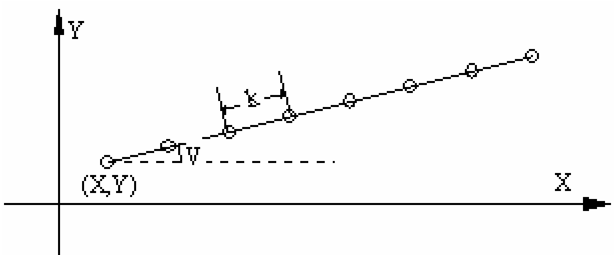



**图 2-29-2**

固定循环执行步骤如下(图 2-29-3)：

⑴ 刀具由起点(X0，Y0，Z0)快速走到(X，Y，Z0)点(初始点)。

⑵ 快速下降到 R 点。

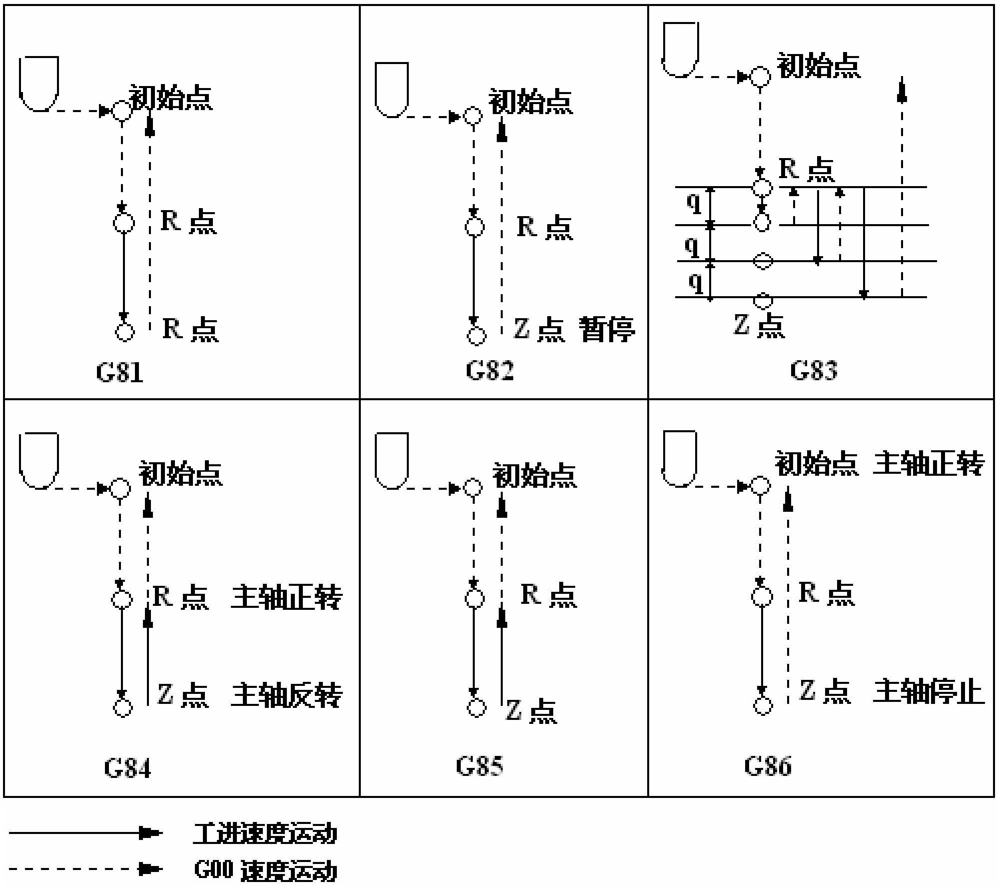



图 2-29-3 孔加工固定循环

⑶ 以给定的速度 F 进给，到达 Z（孔底）（除 G83 外）。

⑷ 在孔底，

① G82 方式，将暂停一定时间（由 P 决定）

② G84 方式，主轴变为反转。

③ G86 方式或 G87 方式主轴停。

⑸ 返回动作：

① G84 或 G85 方式，按进给速度返回 R 点，若在 G98 方式下将继续快速返回到初始点。

② 在 G87 方式下，将暂停，进入进给保持，由手动方式返回 R 点。然后，若在 G98 方式，将继续快速返回初始点。返回到初始点或 R 点后，将重新启动主轴正转。

③ 在 G86 方式下,刀具将从孔底快速返回到 R 点或初始点(视 G98 或 G99 而定)，然后启动主轴正转。

④ 其余（G81，G82)，刀具将从孔底快速返回到 R 点或初始点（视 G98 或 G99 而定)。

对于 G83 方式，(3)，(4)，(5)步骤和上述情形不一样：

⑶ 首次以指令给定的速度切削进给 Q。以后各次进给时，先快速到上次到达位置上方的 Q/4 处，再以进给速度切削 Q+Q/4。

⑷ 快速提刀到 R 点。

⑸ 若未达到孔底，增加一个 Q 值，重复(3)～(5)的动作，直到刀具到达孔底。孔加工完后从孔底快速返回到 R 点或初始点（视 G98 或 G99 而定)。

注意，在 G98 方式，若 L>1，只有加工完最后一个孔后才返回初始点，而前面的若干个孔加工完后都只返回 R 点。

下面是应用固定循环的例子。

```
N05 M00
N30 G92 X0 Y0 Z0
N35 G90 G00 Z25
N50 G99 G81 X400 Y350 Z-153 R-97 F120
                                    ;设置孔加工数据“Z，R和F”。用
                                    G81 方式加工孔，要求孔加工
                                    完后回R点。
```

以下几段仍用本段方式加工，除位置指令外，G81，Z，R 及 F 均省略

```
N60 Y-550
N70 G98 Y-750                       ;要求孔加工完后回到初始点。
N80 G99 X1200                       ;要求孔加工完后回R点。
N90 Y-550
N100 G98 Y-350                      ;要求孔加工完后回到初始点。
N110 G00 X0 Y0                      ;上述孔加工方式及孔加工数据全
                                    被清除。
```

N120 Z250

N140 S20 M03

N150 G99 G82 X550 Y-450 Z-130 R-97 P300 F70

;设置孔加工数据“Z，R，P 和 F”。用 G82 方式加工孔，要求孔加工完后回 R 点。

以下几段仍用本段方式加工，除位置指令外，G82，Z，R，P 及 F 均省略

N160 G98 Y-650　　　　;要求孔加工完后回到初始点。

N170 G99 X1050　　　　;要求孔加工完后回 R 点。

N180 G98X-450　　　　;要求孔加工完后回到初始点。

N190 G00 X0 Y0 M05　　　　;上述孔加工方式及孔加工数据全被清除。

N200 Z250

N220 S10 M03

N230 G85 G99 X800 Y-350 Z-153 R47 F50

;设置孔加工数据“Z，R 和 F”。 用 G85 方式加工孔，要求孔加工完后回 R 点。

以下几段仍用本段方式加工，除位置指令外，G85，Z，R 及 F 均省略

N240 G91 Y-200 L2　　　　;位置指令采用增量方式，加工两个孔。

N250 G80

N260 G28 X0 Y0 M05

N270 M02

## 二十四．关于第四坐标的编程

按照 ISO-841 标准的规定，轴线平行于 X，Y，Z 轴的旋转坐标分别称为 A，B，C 坐标，但在本系统中为了软件处理方便，不管第四坐

标配置成轴线平行于那一轴的旋转坐标,编程时其坐标字均用 A 表示。

第四坐标可以单独运行，也可与且只与其它坐标线性联动(G01)，编程时其坐标值为旋转角度，单位为度(°)。由于第四坐标为旋转坐标，其加工时的切削速度与刀具中心或切削点到旋转坐标的轴心距离(R)密切相关，因此第四坐标编程确定进给速度时一定要考虑刀具中心或切削点到旋转坐标的轴心距离。

A 轴的使用和编程可能同其它坐标会有一定的差异，如反向间隙输入值改为脉冲个数，进给速度为每分钟脉冲数等，这些不同用户在使用和编程时要特别注意。

A 坐标的编程必须是刀具中心编程。A 坐标字也不进行刀补、镜象、比例缩放、坐标旋转运算，及极坐标编程。

当 A 坐标不用作旋转坐标时，其编程尺寸、反向间隙输入值、进给速度等同 X，Y，Z 一样。

## §2-5 其 它 功 能

除准备功能字(G 代码)外，圣维 SWAI BKX4-C 还提供了一些其它的功能指令，这些指令代码包括：S(主轴)、T(刀具)、M(辅助功能)等。其它功能指令的主要作用是在系统运行时实现对机床上开关量的控制(或者提示操作者注意)，或者配合准备功能(G 代码)用来控制程序运行的流程等。

### 一．S、T 功能

S：主轴转速指令字，其格式为：

S___

S 的取值范围为 0～9999。当执行到 S 指令字时，系统暂停运行，发出音响提示，并显示编程时确定的主轴转速。用户按程序规定调整主轴转速，按启动键后，系统才运行(空运行时，系统不暂停)。

T：刀具指令字，用来提示操作者换刀，其格式为：

T___

T 的取值范围为 0～99。当执行到刀具指令字时，系统暂停运行

并发出音响提示。等操作者确认刀具(或换刀)后按启动键，程序再往下运行(空运行时，系统不暂停)。

S 功能和 T 功能的实现，必须有执行机构的配合。如调速装置和换刀装置。否则是无法实现的。执行机构的选择和配置需由用户自行处理。

## 二．M 辅助功能字

辅助功能字(M 指令)，可控制主轴启停、主轴正反转、冷却液开关及控制加工程序流程等。

1．程序暂停 M00

当运行程序到 M00 指令时，系统暂停进给，此时按启动键方可继续执行。

2．程序结束 M02

M02 指令在程序体中可以是一个独立程序段行，也可附加在其它程序段行中。当运行加工程序遇到 M02 指令后，系统便结束运行。

3．启动主轴正转功能 M03

M03 启动主轴正转。M03 功能字在程序体中可是一个独立程序段行，也可附加在其它程序段行中。空载时，本指令将被忽略。

4．启动主轴反转功能 M04

M04 启动主轴反转功能字的具体使用请参考 M03 功能字。

5．主轴停功能 M05

M05 指令为停止主轴旋转功能。空载时，本指令将被忽略。

6．冷却液开功能 M08。空载时，本指令将被忽略。

7．冷却液关功能 M09。空载时，本指令将被忽略。。

8．松开，夹紧功能 M10/M11

9．回程序头指令 M30

当系统运行到 M30 指令时，将无条件转到加工程序开始段执行。

10．程序段调用指令 M96

利用程序段调用指令 M96，可调用连续的若干程序段。其指令格式为:

M96 P_____P_____L_____<Enter>

前一个 P 为被调用程序的首段号，后一个 P 为被调用程序的末段号，L 为调用次数。若 L 缺省，则意味着 L=1。M96 不能嵌套。

M96 为独立的一段。

现在我们使用 M98 和 M96 指令来编图 2-27-3 所示的例子的程序。在这个例子中，我们假定刀具半径为 10mm。我们加工两次，第一次粗铣，第二次铣到位。我们直接在程序中给出两次加工的刀补值(分别为 15 和 10)。

```
N010 M00
N020 M03 M08
N030 G92 X0 Y-30 Z5
N040 G10 L01 X15
N050 M98 P200
N060 G10 L01 X10
N070 M98 P200
N080 M05 M09
N090 M02
N200 G90 G00 Z-10
N210 G01 G42 X0 Y-10 D01 F100
N220 M96 P400 P410
N230 G68 X0 Y0 R45 L07
N240 M96 P400 P410
N250 G69
N260 G01 Z1
N270 G01 G40 X0 Y-30
N280 G28
N290 M99
N400 G01 X4.142 Y-10
N410 G01 X7.071 Y-7.071
```

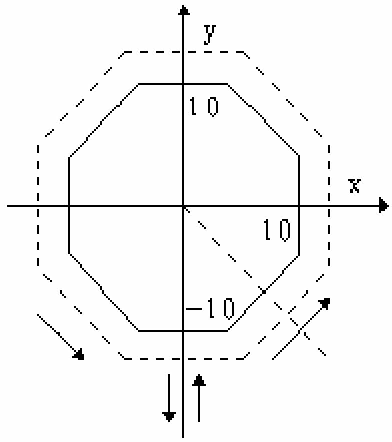



图 2-27-3 多次旋转

11. 无条件转移指令 M97

M97 指令格式:

M97 P_____<Enter>

M97 指令控制程序流程，将程序执行无条件转移到 P 所指定的程序段去执行，P 后跟的是程序段号。M97 必须是独立的一段。

12. 子程序调用指令 M98

M98 指令格式为：

M98 P_____L____<Enter>

子程序调用指令的编程方法类似于无条件转移指令。子程序调用的程序段为子程序的首地址，程序执行流程转入子程序之前系统将保留调用程序的地址，以供子程序返回时使用。系统允许连续多次调用同一子程序，次数由 L 的值确定。如无 L 字，系统默认 L=1。子程序可以嵌套(嵌套层数可达 99 层)。

13. 子程序返回指令 M99

N________M99<Enter>

子程序返回指令将程序执行流程返回主程序。系统根据进入子程序前保留的调用程序地址，返回到子程序调用指令的下一个程序段行后继续运行。M99 为子程序结束返回标志。M99 必须是独立的一段。

若程序中有几个一连串的程序段完全相同(对应于零件中的几处完全相同的几何形状或依次加工几个完全相同的几何形状的零件)，为使加工程序变得简单，可将其抽出编成一个子程序。在适当的时候调用它。程序中除子程序以外的程序段统称为主程序。

设有如下程序：

```
%23
N10 M00
……
N100 M98 P800 L05
N110……
……
N350 M98 P900 L04
N360……
```

```
……
N600 M02
N800……
……
N890 M99
N900……
……
N990 M98 P1400
N1000……
……
N1300 M99
N1400……
……
N1600 M99
```

主程序为从 N10M00 开始，到 N600M02 结束。

在主程序执行到 N100 时，将连续 5 次调用(M98P800L05)子程序 1(N800～N890)。子程序 1 执行完 5 次后将返回到主程序，并从 N110(N100 的下一段)开始继续执行主程序。到 N350 时将连续 4 次调用(M98P900L04)子程序 2(N900～N1200)。子程序 2 执行完 4 次后将返回到主程序，并从 N360(N350 的下一段)开始继续执行主程序，一直到 N600M02 结束。子程序 2 中又嵌套了子程序 3。在每次执行子程序 2 中,当执行到 N990 时就调用子程序 3(N1400～1600)1 次(M98P1400)。子程序 3 执行完后返回到子程序 2，并从 N1000(N990 的下一段)开始继续执行子程序 2，直到子程序 2 执行完毕。每个子程序中都有 M99 指令，它为子程序的返回指令，表示该子程序已经结束，行将返回到调用它的(主或子)程序。在圣维数控系统中，子程序和主程序都处于同一程序体中。而有些系统(如 FANUC)，子程序是作为一个单独的文件存放在内存中。主程序和子程序的调用关系可用图 2-30 的图形表示出来（以上述程序为例）：

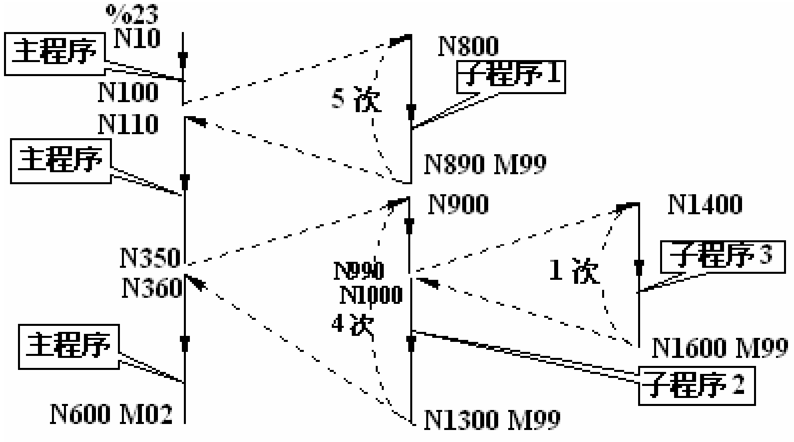



图 2-30 主程序与子程序之调用关系

## §2-6 编 程 举 例

例 1. 如图 2-31 所示的试件为本系统考机程序所加工。它能对数控铣床稳态加工精度进行考核，是国内外广泛采用的数控铣床验收标准。

毛坯为 110×110×100 的铝形材料。刀具在毛坯件中心上方 9mm。

```
SHIJIAN.CNC
N010 M0
N020 M3 M8
N030 G92 X0 Y0 Z9
N040 G90
N050 G0 X-80 Y-80
N060 G1 Z-34 F400
N070 G1 G42 X-60 Y-50 D1 F100
N080 X50
N090 Y50
N100 X-50
N110 Y-50
N120 Z-28
```

```
N130 X0
N140 G3 J50
N150 G1 X50
N160 Z-22
N170 Y0
N180 X0 Y50
N190 X-50 Y0
N200 X0 Y-50
N210 X50 Y0
N220 Z-16
N230 X25 Y25
N240 G3 I-25 J-25
N250 G1 X20 Y30
N260 Z-10
N270 X0
N280 G3 J-30 Z0
N290 G1 X-10
N300 Z2
N310 G1 G40 X-30 F400
N320 G28
N330 M5 M9
N340 M2
```

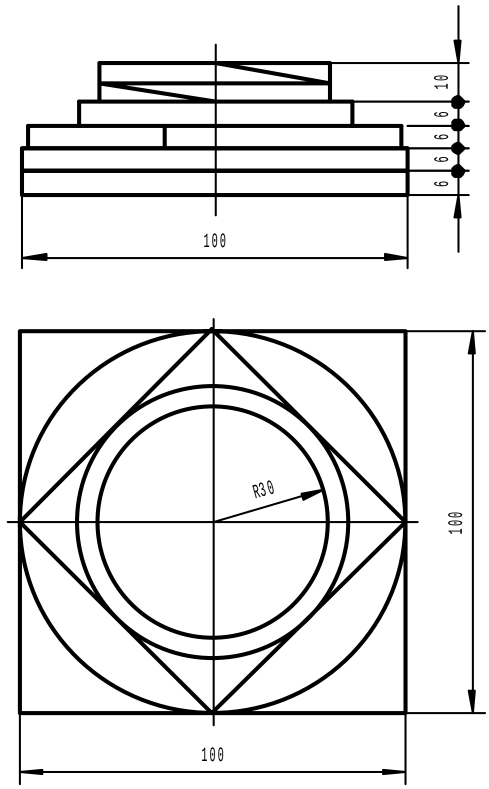



图2-31 标准试件

注：在运行本程序时，使用的刀具半径应当≤10mm，若刀具半径较大，为避免第一次下刀时刀具撞着毛坯工件，应当将 N050 段程序的尺寸适当加大。

例 2．现在我们用调子程序的方法来编制图 2-27-3 所示例子的程序。在这个例子中，我们假定刀具半径为 10mm。加工两次，第一次粗铣，第二次铣到位。我们直接在程序中给出两次加工的刀补值(分别为 15 和 10)。程序中用了子程序调用指令 M98(嵌套了两层)、子程序返回指令 M99 及无条件转移指令 M97。

```
N010 M00
N020 G92 X0 Y-30 Z5
N030 M03 M08
N040 G10 L01 X15
N050 M98 P100
N060 G10 L01 X10
N070 M98 P100
N080 M97 P800
N100 G90 G00 Z-10
N110 G01 G42 X0 Y-10 D01 F100
N120 M98 P300
N130 G68 X0 Y0 R45 L07
N140 M98 P300
N150 G69
N160 G01 Z0
N170 G01 G40 X0 Y-25
N180 G28
N190 M99
N300 G01 X4.142 Y-10
N310 G01 X7.071 Y-7.071
N320 M99
N800 M05 M09
N900 M02
```

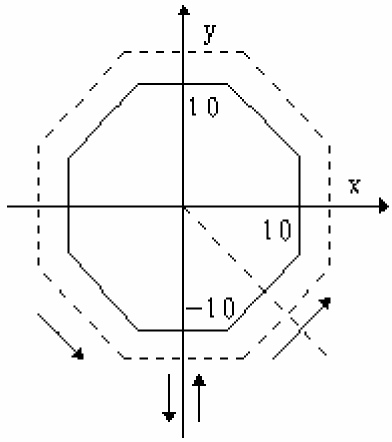



图 2-27-3 多次旋转

例 3. 对于图 2-27-1 的例子，我们现在采用比例缩放，坐标旋转和调子程序等功能来编程。

```
N010 M0
N020 G92 X-50 Y-50
N030 M98 P300
N040 G51 X50 Y50 I2 J2
N050 M98 P300
```

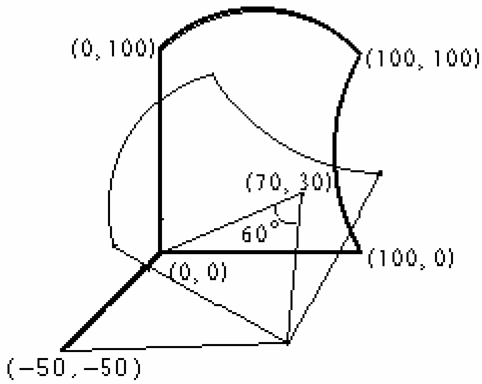



图 2-27-1 有旋转中心的坐标旋转

```
N060 G51
N070 M02
N300 M98 P700
N310 G68 X70 Y30 R60
N320 M98 P700
N330 G69
N340 M99
N700 G90 G01 X0 Y0 F100
N710 X100 Y0
N720 G02 X100 Y100 R100
N730 G03 X0 Y100 I-50 J-50
N740 G01 Y0
N750 G28
N800 M99
```

例 4. 图 2-32 为一棘轮的截面图，图中:R0=7，R2=34.04，R1=30，A，B，C 三点的坐标分别为(-30，0)，(15，25.98)和(15，-25.98)。圆弧 AA1，BB1，CC1 为螺旋线，圆心分别为 O1，O2 和 O3。各起止坐标(分别对各自的圆心)为:AA1:(-33.50，-6.06)，(17.02，29.48)；BB1:(11.50,32.04),(17.02,-29.48)；CC1:(22.00,-25.98),(-34.04，00)。

编制在一块铝板上铣出其内部形状的程序。

按增量编程加工程序如下：

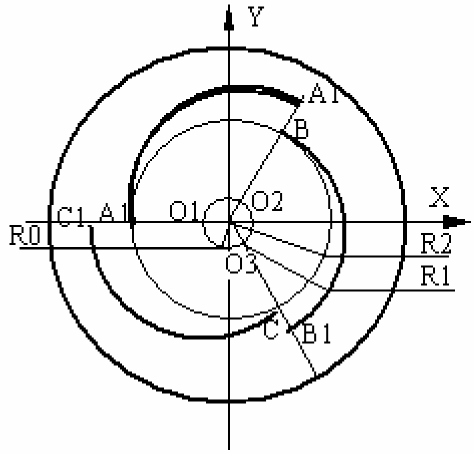



图 2-32 编程举例 4

注：加工前刀具定位在棘轮的中心

```
N04 T00
N05 S375 M03 M08
N06 G10 L06 X6
N07 G10 L08 X5
N08 G46 G00 X-30 D06
N11 G44 G01 Z-5 H08 F80
N17 G46 G02 X0 Y0 I30 J0 F150 D06
N33 G46 G02 X50.52 Y35.54 I33.50 J6.06 Z-5 F150
N35 G28
N39 G46 G00 X15 Y25.98
N43 G01 Z-5 F80 H08
N49 G46 G02 X5.52 Y-61.52 I-11.5 J-32.04 Z-5 F150 D06
N51 G28
N55 G46 G00 X15 Y-25.98
N59 G01 Z-5 F80 H08
N65 G46 G02 X-56.04 Y25.98 I-22 J25.98 Z-5 F150 D06
N67 G28 M05 M09
```

N69 M02

例 5．图 2-33 为一填圈，现要铣一个冲压填圈用的凸模，凸模厚度为 5mm。为了编程简单又能说明问题，我们只在一块板材上铣出凸模的外形轮廓线。

注: 加工前在 O1 点的工件表面对刀，此点作为编程零点。将点(-30,70,5)设为起刀点 S。

若对刀点的机床坐标为(230,-170,-35)，编程如后。加工前不管刀具在何处，在启动运行 N20 段后，刀具都将运动到机床坐标为(200,-100,-30)的点。这点也是本程序设置的起刀点。

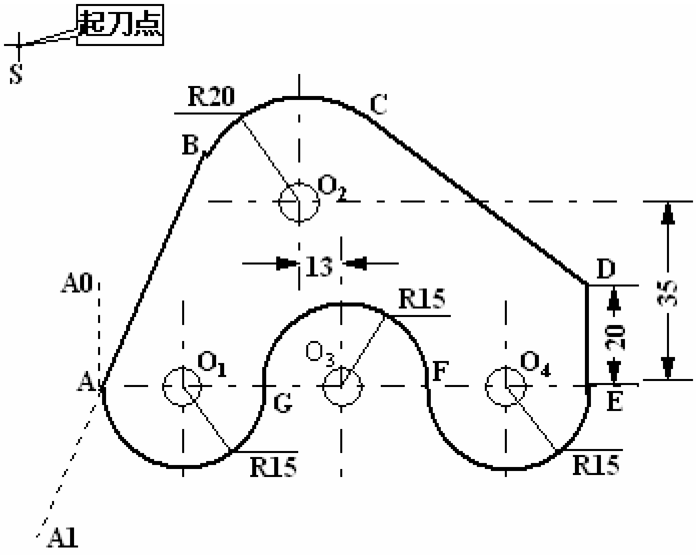



图 2-33 编程举例 5

| | |
|---|---|
| N10 M00 | |
| N20 G53 X200 Y-100 Z-30 | ;N20 被执行后，刀具运行到此点 |
| N30 G92 X-30 Y70 Z5 | ;设置起刀点 S |
| N40 S375 M03 M08 | ;启动主轴正转，开冷却液 |
| N50 G90 G00 Y35 | |
| N60 G01 Z-5 F100 | ;下刀 |
| N70 G17 G01 G42 X-15 Y20 D06 | ;建刀偏到 A0 点 |
| N80 G01 Y0 | ;刀具移到 A 点 |

```
N90 G03 X15 I15 F100           ;O1为圆心的圆弧AG
N100 G02 X45 I15               ;O3为圆心的圆弧GF
N110 G03 X75 I15               ;O4为圆心的圆弧FE
N120 G01 Y20                   ;直线ED
N130 G01 X28.185 Y51.58        ;直线DC
N140 G03 X-2.085 Y41.01 I-11.185 J-16.58     ;圆弧CB
N150 G01 X-15 Y0               ;直线BA
N160 G01 G40 X-22.214 Y-22.890 ;撤刀偏到A1点
N170 G28 MO5 M09               ;回零，停主轴，关冷却液
N180 M02                       ;程序结束
```

# 第三章　操 作 使 用

## §3-1　控 制 面 板

### 一．面板结构图

圣维 SWAI BKX4-C 数控系统的控制面板由 10.4"LCD 彩色显示器，PC 键盘，NC 键盘，电源开关，急停开关，速度调节波段开关，手摇脉冲发生器，手动操作坐标选择波段开关及手脉倍率与手动增量选择波段开关，机床零点、限位指示灯等组成。图 3-1 为控制面板示意图。

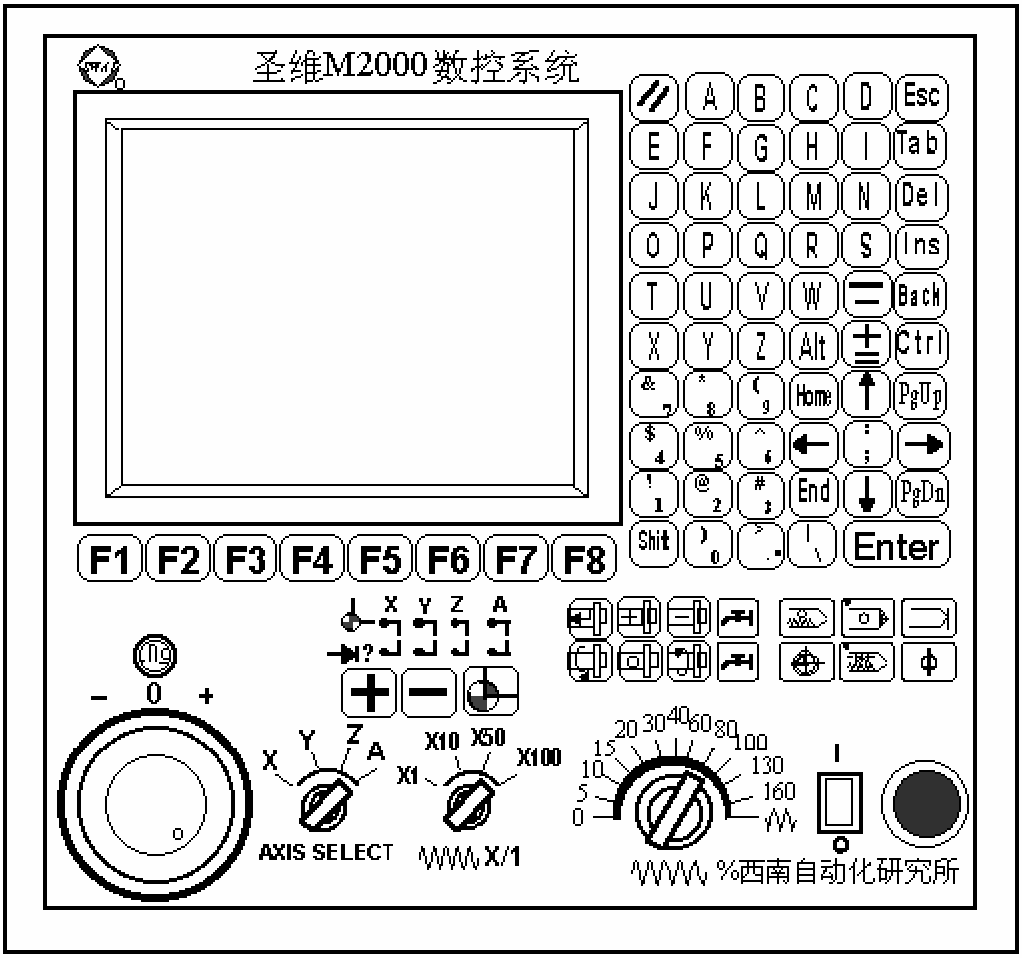



图3-1控制面板图

面板上的 NC 键用形象化符号表示，形象化符号的选用符合国家标准。《数字控制机床操作指示形象化符号》(GB/T 3168-93)和《金属切削机床操作指示形象化符号》(GB 3167-82)的规定。形象化符号的说明请参看《SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》中附录。

## 二．操作按键(NC 键)和开关说明

控制面板上有一些 NC 键和开关，这里简单解释一下名称与其功能含义，具体使用将在后面的操作章节中分别介绍。

1．电源开关和进给码锁定键位(图 3-2)

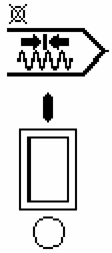


图 3-2

电源开关为一船形开关,开机/关机只需要按动船形开关即可。开关接通后，其上绿色指示灯亮；开关断开后指示灯灭，系统断电关机。

进给码锁定键为一带指示灯按键。灯亮表示进给码锁定；灯灭表示进给码释放。

系统初始加电时，进给码锁定键上指示灯亮，进给码锁定（驱动断）。在数控系统程序引导成功并进入运行后，当按下进给码锁定键时，指示灯灭，进给码释放（驱动开），若此时控制单元有脉冲输出，机床便可运动。当再次按下进给码锁定键时，指示灯亮，进给码封锁。此时控制单元无脉冲输出，机床不运动，但控制单元仍正常工作。

按下系统复位键将使进给码锁定（指示灯亮）。

2．急停开关(图 3-3)

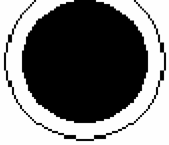


图 3-3

紧急停机开关(红色蘑菇头按钮),当出现意外事故时可按此按钮使系统紧急停止。急停开关被按下后自锁，处于停止位置。系统将锁定各进给轴，并停主轴，关闭冷却液，同时在屏幕上显示“紧急停机，请复位系统”。

急停开关自锁后，只有照开关按钮上标注的箭头方向旋转按钮，才能使开关解除自锁。急停开关解除自锁后，系统必须复位才能继续运行。

当出现意外事故紧停后，最好关断系统电源开关，再解除开关自

锁。排除故障后重新开机。

3．复位键(图 3-4)

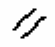


图 3-4

在任何工作状态下按复位键均可使计算机系统复位，在加工过程中相当于紧急停止一切动作。系统启动时若屏幕显示不正常可按复位键；加工过程中若因操作不当使程序乱套或其它原因使系统执行不正常时也可按此键使系统复位；复位键也可用作系统急停。

4．手动坐标选择(图 3-5)

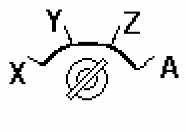



图 3-5

手动坐标选择波段开关选择手动时的进给坐标轴(简称轴选)。

5．手脉倍数／手动增量波段开关(图 3-6)

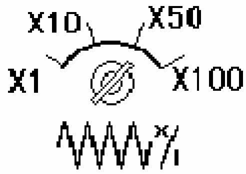



图 3-6

在手脉运行方式时，选择手摇脉冲发生器的进给倍数，即：

手脉摇一格系统进给多少当量或者说发多少脉冲。本系统的手脉倍数有 4 档：

×1，×10，×50，×100。

在手动增量运行方式时，选择手动增量的进给量。波段开关上的四档对应 4 个进给量。用户可根据自己的需要通过用户参数功能设置。

6．自动进给速度调节／手动进给速度波段开关(图 3-7)

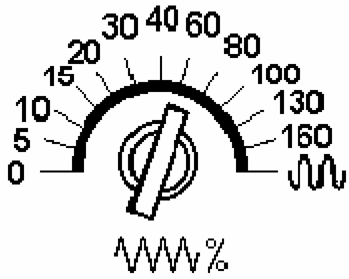



图 3-7

在自动加工时用户可根据实际情况,用进给速度调节波段开关修调程序指定的进给速度。速度调节的范围为 0～160%。波段开关的最后一档  是快速档，当开关拨到该档时，系统以 100%档对应速度的两倍运行。

在手动操作时也按上述调节范围进行调节。

＋ －

图 3-8 手动进给键

7．手动进给键(图 3-8)

手动进给键在手动运行方式(手动连续与手动增量)时使用，“＋”键为正向进给，“－”键为负向进给。(参看§3-6 手动控制)

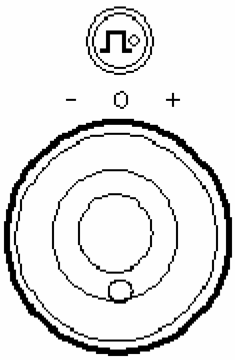


图 3-9

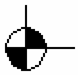


图 3-10

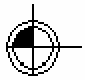


图 3-11

8．手摇脉冲发生器(图 3-9)

利用手摇脉冲发生器可实现坐标进给。只有在进入手脉方式后才可使用。使用时要与手脉倍数波段开关、坐标选择波段开关结合使用。

手摇脉冲发生器右旋为正向进给，左旋为负向进给。

9．返回机床参考点键(图 3-10)

按此键可使系统返回机床参考点。(参看§3-6 手动控制)

10．回程序零键(图 3-11)

按此键可使系统返回加工程序起点。(参看§3-6 手动控制)

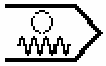


图 3-12



图 3-13

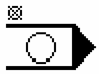


图 3-14

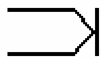


图 3-15

11．暂停(进给保持)键(图 3-12)

在自动加工过程中，按暂停键可使系统进给暂停。

12．启动键(自动循环启动)(图 3-13)

在自动加工过程中当按暂停键或执行 M00、T、S、G04 指令等指令使系统处于暂停状态时，按此键可使系统继续运行。

13．程序段停键(图 3-14)

在自动加工过程中，若按下程序段停键(其上指示灯亮)，则系统在加工完当前程序段之后便暂停运行(相当于 M00 指令)，当再次按下程序段停键(其上指示灯熄)或启动键，系统便可继续往下运行。

14．程序终止键(图 3-15)

自动加工过程中，若按程序终止键，将立即中断程序执行停止加工。

15．主轴控制键(图 3-16)

主轴控制键(主轴反转、主轴停转、主轴正转)可在手动状态下实现对主轴的控制。*注意：要改变主轴转动方向时，必须先停主轴。*

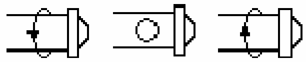


图 3-16 主轴控制键

16.冷却液控制键(图 3-17)

冷却液控制键(冷却液关、冷却液开)须在手动状态下控制冷却液开关。



图 3-17 冷却液控制键

17．主轴转速控制键(图 3-18)

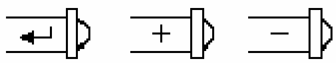


图 3-18 主轴转速控制键

在使用变频器调节主轴转速时可应用此键。

此控制键分为三个键：确认键（ ）升速键（+)，和降速键（-)。按升速键或降速键时，显示器将显示转速值，当达到所需的速度时，须按确认键方有效。



18．功能选择键(F1～F8)(图 3-19)

功能选择键在系统的各级管理菜单下，依照屏幕显示选择需要的功能。

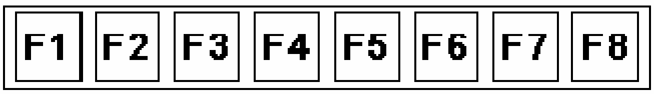



图 3-19

三．面板指示灯

面板上有两排指示灯（每排四个，如图 3-20)。上排为绿色，是返回机床参考点指示灯。当工作台移动到机床参考点时该指示灯亮。下排为红色，是机床硬限位指示灯。当工作台运行到达机床硬限位时

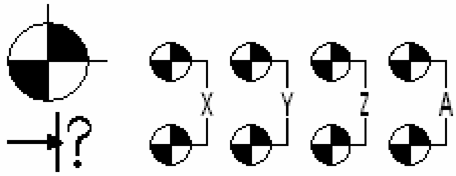



图 3-20

该指示灯亮。

四．显示器

本系统使用 10.4"液晶彩色显示器(LCD)显示系统操作菜单，加工程序内容；动态跟踪数字显示刀具运行坐标位置和图形显示刀具中心轨迹；运行中的系统提示等。

有两种同尺寸但性能不同的液晶显示器。第一种为 STN 型，另一种为 TFT 型。TFT 型无对比度调节功能，而 STN 型液晶显示器则有此功能。系统开始运行后，操作者若感觉屏显不舒适，可对对比度进行调整。同时按下"Alt"和“＋”键，则对比度增加；同时按下"Alt"和“－”键，则对比度减小。操作一次，对比度改变一个設定值。如此操作若干次，直到感觉舒适为止。

## §3-2　系 统 启 停

一．启动

系统启动之前先要接通机床电源(380V 交流电源)，然后打开系统电源开关(其上指示灯亮)待计算机启动完成后，进给码锁定键上指示灯亮(表示进给码被锁定)，同时 LCD 将显示如图 3-21 的画面（系统主菜单)。这表明系统已经启动，可以按图上提示的各种功能进行操作了。

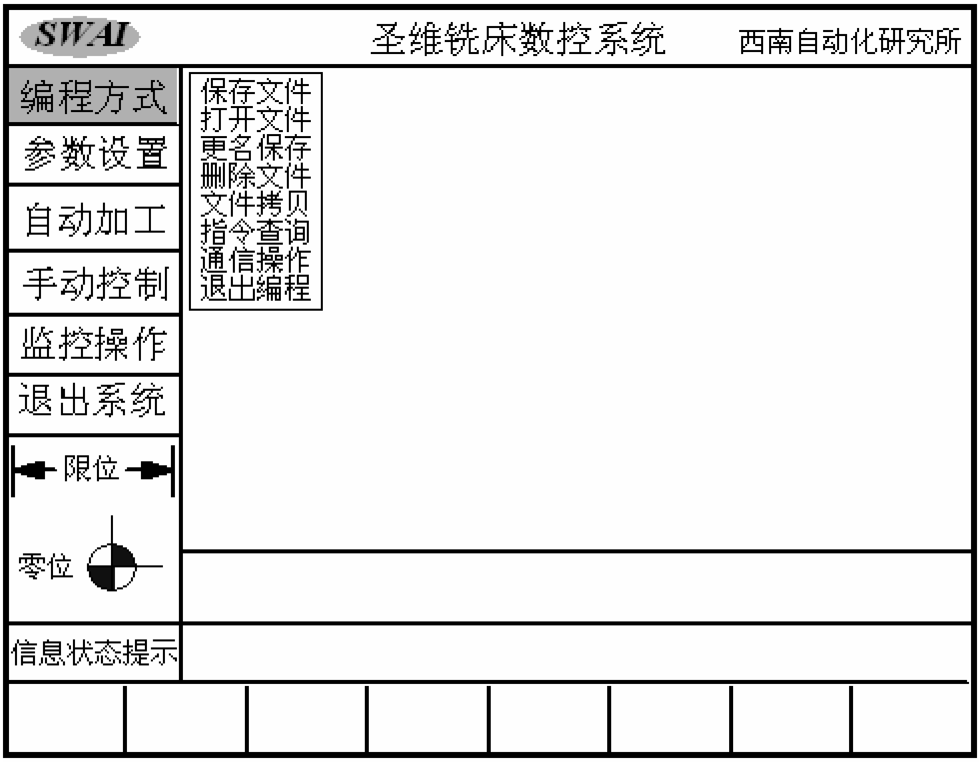



图3-21 系统启动之主画面

本系统主控部分由 6 大模块组成，即：程序编辑，参数设置，自动加工，手动控制，监控操作，退出系统。在主菜单下，用↑↓箭头移动特殊标记块可选择某种工作方式(该标记块为红色凹陷状态)。按 Enter 健(若屏幕提示要求输入用户口令，则应输入口令)则进入该功能模块中。

## 二．停机

当系统要正常停止工作时，先退出系统，等屏幕显示“现在可以安全关机了”后，再关掉面板上的电源开关即可。系统停机后最好切断 380V 交流电源。

关于数控系统程序的引导说明：圣维 SWAI BKX4-C 系统在上电或按键复位或热启动（Ctrl+Shift+Del)后，均自动引导并进入数控系统程序，进入主操作画面（图 3-21)。若因某种原因未进入数控系统程序，则面板上除 PC 键盘外，其它功能全部无效。若退出数控系统

程序，进给码锁定及其指示均无效。

## §3-3 程 序 编 辑

在系统主菜单下，利用↑↓箭头，选定“编程方式”(该标记块旁边的动态菜单中显示在该工作方式下可以完成的子功能)，按下面板上的Enter键，则系统进入程序编辑方式，同时系统将动态菜单中的子功能项映射到 F1～F8 对应的功能框中。此时系统显示为如下状态(图3-22)：

在该“编程方式下”，系统可以提供如下7种功能:

A．打开文件(F1)

B．保存文件(F2)

C．更名保存(F3)

D．删除文件(F4)

E．文件拷贝(F5)

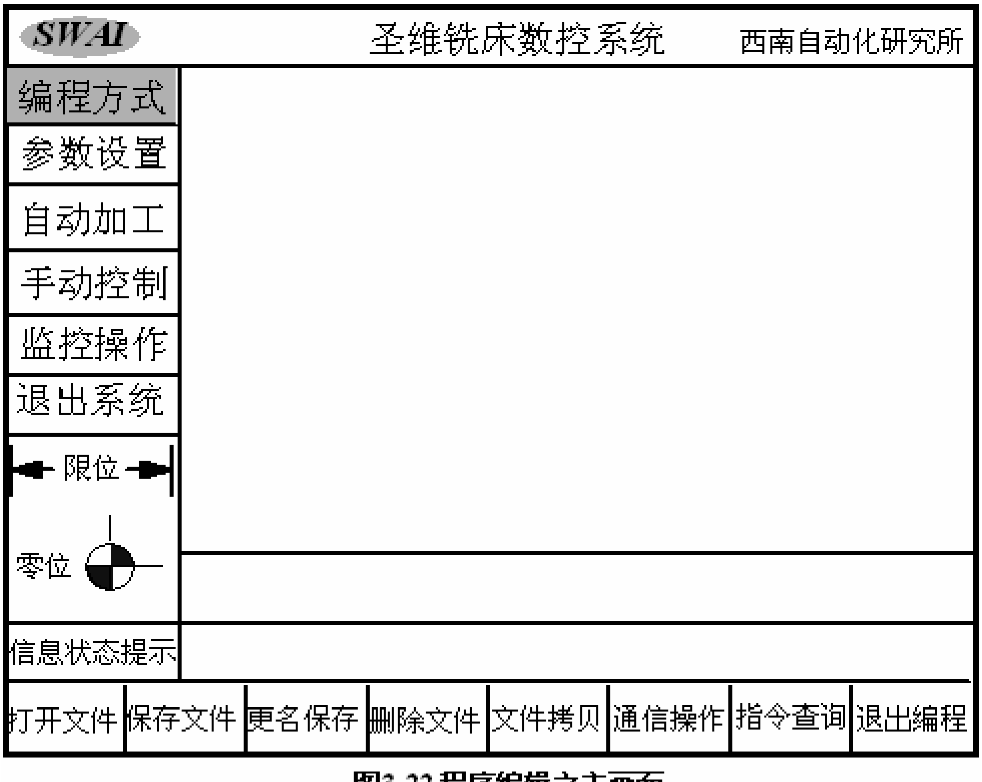



图3-22 程序编辑之主画面

F．通信操作(F6)

G．指令查询(F7)

H．退出编程(F8)

但其中某些功能只在一定状态下才有效。如果系统发现用户有无效操作，则给出声音报警提示。

进入编程方式后，系统以全屏幕方式让用户编辑 CNC 加工程序，所有输入字符均以大写字母显示，系统对每行输入的字符个数有限制，对编辑区所能容纳的最大行数也有限制，如果越界，系统会给出相应提示。在编辑过程中，用户可用如下编辑键加快编辑速度：

①↓↑：箭头在编辑行之间移动光标。

②→　←：箭头左右移动光标。

③PgUp，PgDn：完成上下翻页。

④Home：到行首，Ctrl+Home：将光标移动到文件头。

⑤End：到行尾，Ctrl+End：将光标移动到文件尾。

⑥Back：键回删光标前的字符。

⑦Del：删除光标处的字符。

⑧Enter：完成回车换行。若是“插入”状态，则在当前行前插入一空行，且将光标移动到行首；若是“改写”状态，则只将光标移到下一行首。

⑨Ins：切换“插入/改写”状态。

⑩Ctrl+Y：删除当前行。

## 一．打开文件（F1）

用户按下 F1 键后，系统将弹出文件列表框（如果当前编辑区有文件存在，系统将出现提示信息。待用户根据提示输入相应的信息后，才弹出文件列表框）如图 3-23。

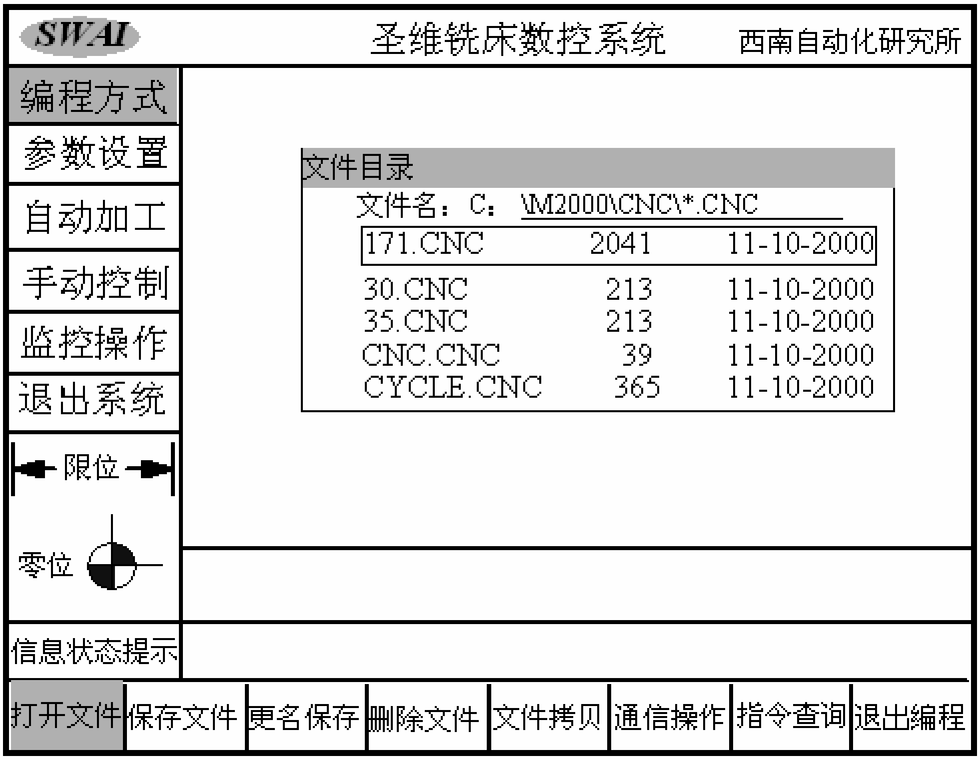



图3-23 程序编辑之打开文件画面

系统自动将内部目录“C:\M2000\CNC*.CNC”下的扩展名为“CNC”的文件列于表中，文件列表最多个数为 300 个。此时光标处于关闭状态，禁止输入。用户可用 Tab 键切换光标的显示/关闭状态。

在光标关闭状态下，用户可用 ↑↓箭头移动标记光条，以选择相应文件，或直接输入文件名的第一个字符，快速定位到以该字符开头的第一个文件处，然后再用↑↓箭头移动标记光条，以选择相应文件。用 Enter 键确认，以完成文件的选择。

在光标显示状态下，用户可直接输入文件名信息。

如果用户输入的文件名信息中无通配符，系统在用户按下 Enter 键后，直接打开指定的文件，且文件列表隐去。

如果输入的文件名信息中有通配符（包括*和？），系统查找匹配的文件。如果找到，则刷新文件列表显示内容，以供用户再作选择；否则给出相应提示，文件列表显示为空状态。

当用户用 Enter 确认打开文件后，系统要检查文件格式，如果非

ASCII 文件，则给出相应提示。系统在装载文件过程中，动态显示装载文件行数，如果文件超长或超宽，则拒绝装载该文件。

当成功装载文件后，在编辑区下方的编辑状态栏内，显示该文件名（不包括路径），文件的总行数以及光标的当前位置和改写或插入状态。

## 二．保存文件（F2）

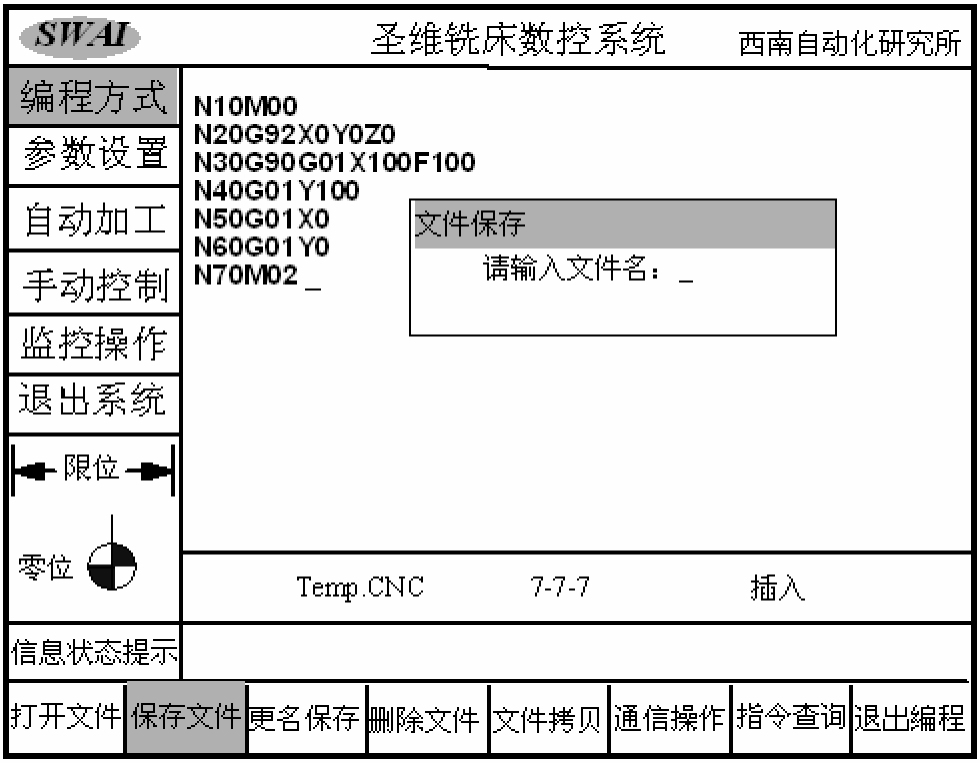



**图3-24 程序编辑之保存新文件画面**

用户在编辑加工程序的过程中，可以按 F2 键保存当前编辑的文件，以防止意外情况使编辑的内容丢失。如果是打开的文件，系统不给出任何提示，直接保存；如果是新文件，则出现图 3-24 的画面，提示用户输入相应的文件名。

如果用户输入的文件名中无路径，系统自动将文件保存到内部目录“C:\M2000\CNC\”下。

如果用户输入的文件名中无扩展名，则系统自动加上“.CNC”的

扩展名。

如果用户在输入文件名的过程中，用 ESC 键退出或直接按 Enter 键，则放弃该次文件的保存操作，但编辑区内的文件并不丢失。

如果存在同名文件，系统会给出安全提示，是否覆盖已存在的同名文件。当用户按下 Y 键，则覆盖同名文件；若不覆盖同名文件，应当按下 N 键。可再按 F2 键，重新输入另外的文件名，以保存编辑的文件。

三．更名保存（F3）

该功能是将当前编辑区内的文件换名保存，即制作该文件的一副本。

当用户按下 F3 键后，如果系统未给出声音报警提示，则弹出一输入框(图 3-25)，以期用户输入另外的文件名。

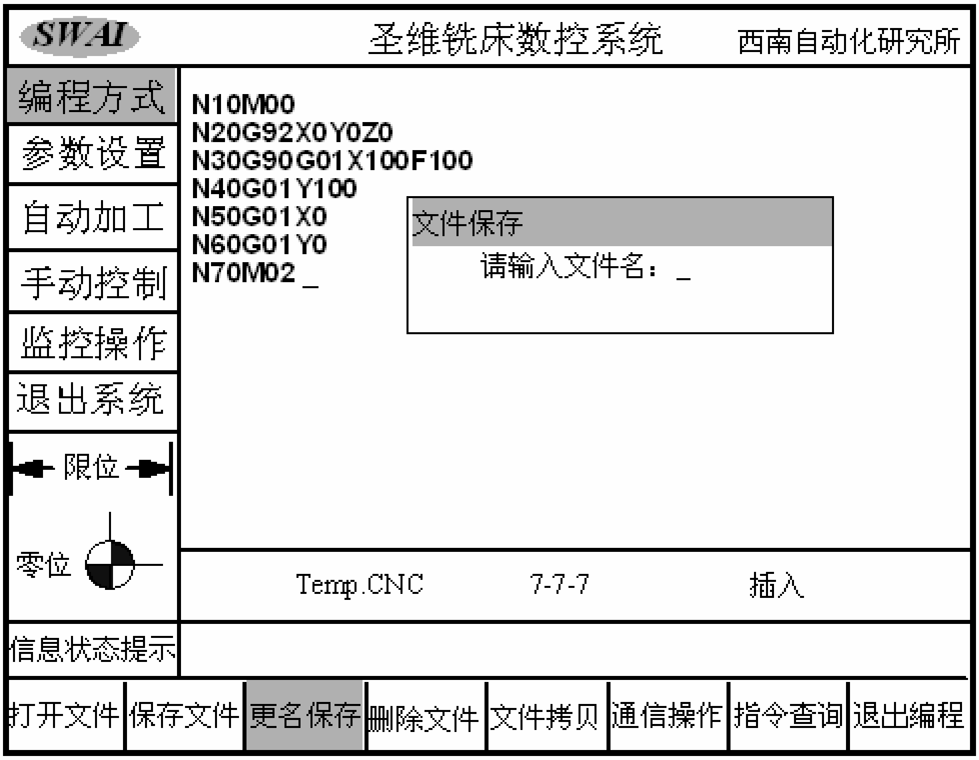



图3-25程序编辑之更名保存画面

如果存在同名文件，应按“ 文件保存 ”项的操作方法进行。

## 四．删除文件（F4）

该功能只是在弹出文件列表的情况才有效。

按下 F4 键，可删除当前光条标记的文件。在删除之前，系统会给出安全提示，确认是否删除该文件。若要删除，则按 Y；否则按 N。用户在执行该操作时，一定要小心，以免误删有用的文件。其画面如图 3-26。

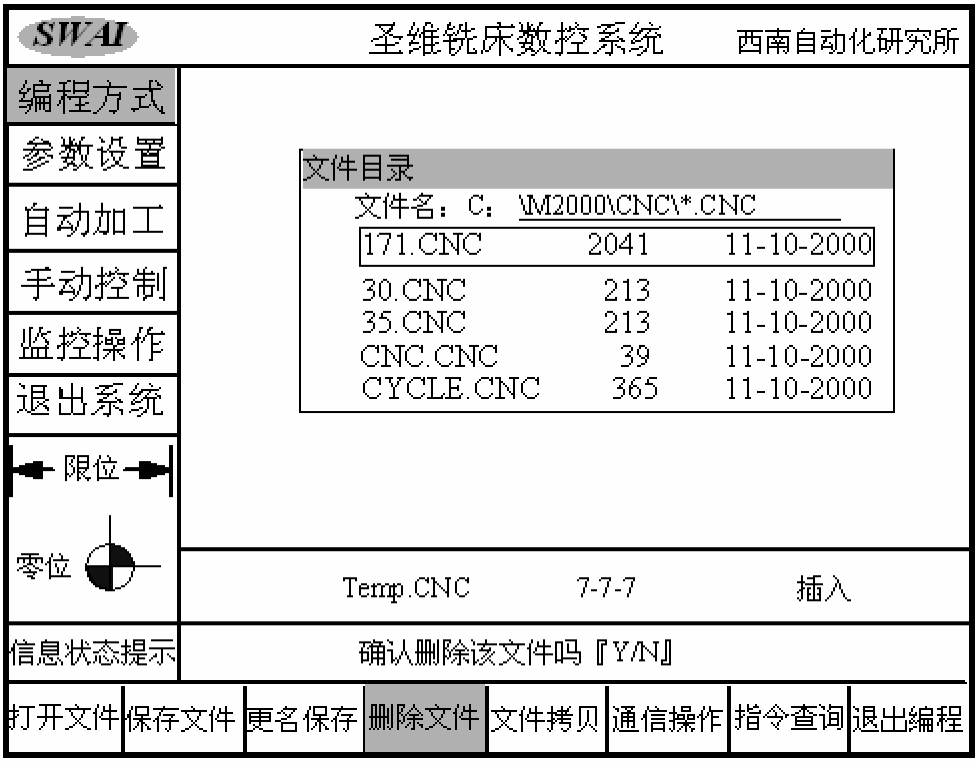



图3-26程序编辑之删除文件画面

由于系统的文件目录表容量有限，目录表并不能列出该类型的所有文件，用户可通过该方法删除一些无用的文件，重新刷新文件列表后，再查找相应文件，以完成相应的操作。

## 五．拷贝文件（F5）

该功能只是在弹出文件列表的情况才有效。

如果在“文件名：”栏的输入中，未出现“A：”或“a:"字符，系

统则认为是将当前光条标记的文件拷贝到 A 驱；否则就将光条标记的文件拷贝到硬盘相应目录下（该目录是系统内部设定，用户无法更改)。

如果目的盘上相应路径处，存在同名文件，则系统给出安全提示，是否覆盖同名文件？，如果用户按下 Y，则同名文件被覆盖，如果用户按下 N,则不覆盖同名文件,且放弃该次拷贝。其拷贝画面如图 3-27。

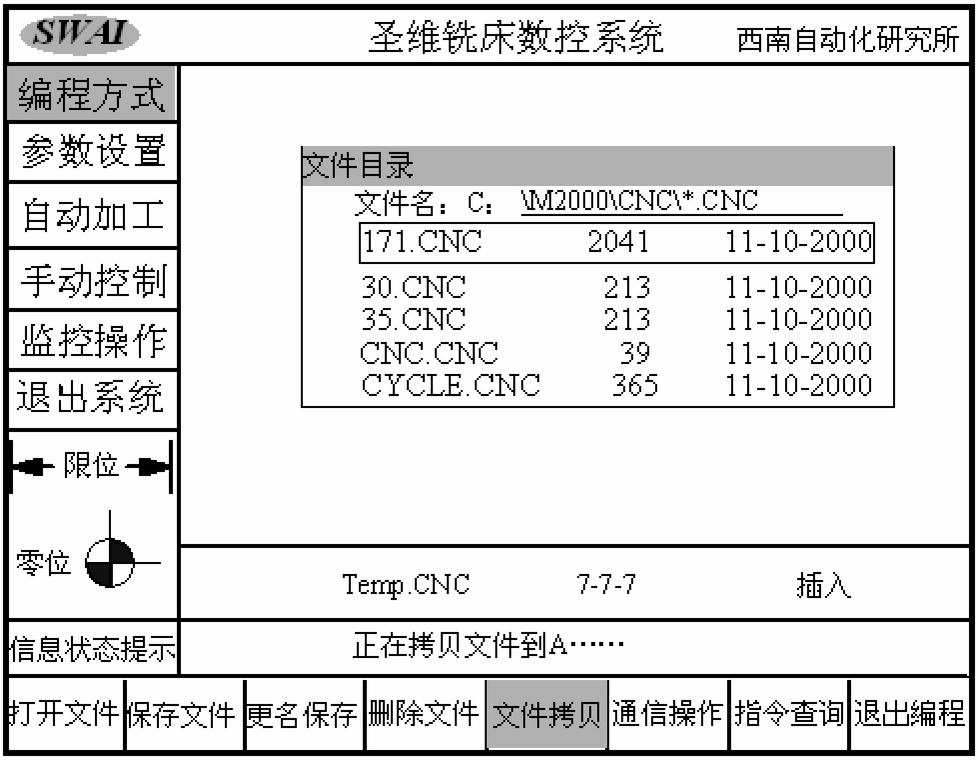



**图3-27程序编辑之文件拷贝画面**

## 六．通信操作（F6）

该功能可利用 COM1 或 COM2 通信口完成系统与系统间、系统与计算机间、本系统与三型机系统之间的通信操作，以完成加工程序的双向传递。

在当前编辑区为空的条件下，按下 F6 键，则系统将显示如图 3-28 画面。

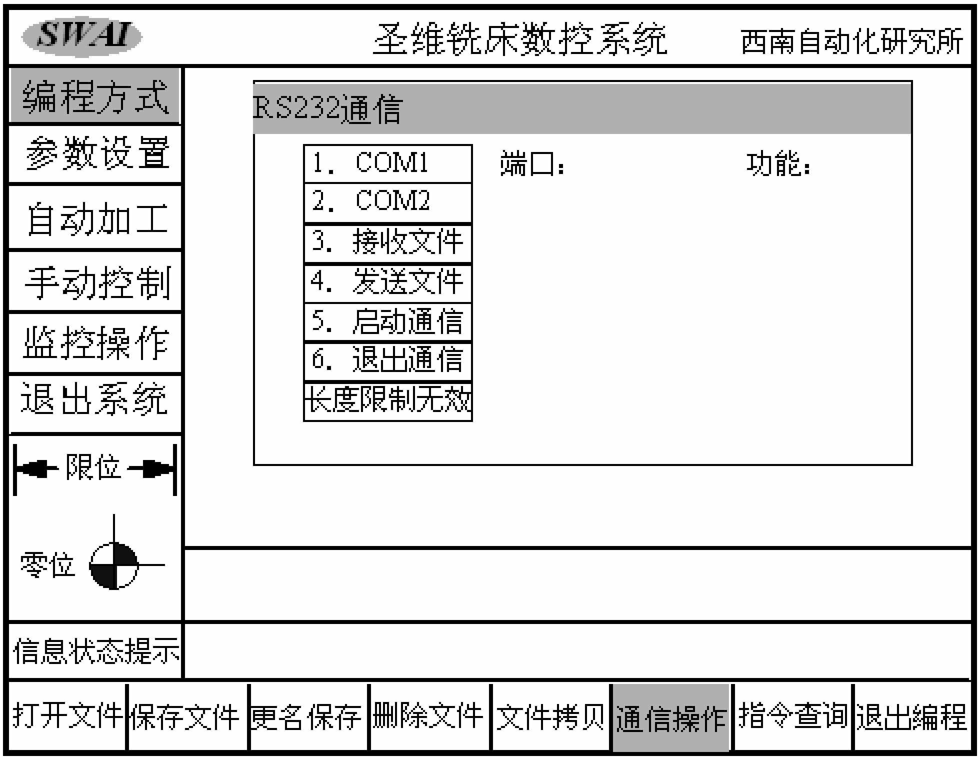



图3-28 程序编辑之主画面

刚进入通信功能时，激活指示图标停在“ 6．退出通信 ”上。最后一项“ 长度限制无效 ”是为与三型机通信时，由于三型机储存空间有限，故有长度的限制。它通过“ Ins ”键来切换“ 长度限制无效 ”与“ 长度限制有效 ”。在与三型机通信时，要将该状态置为“ 长度限制有效 ”。

如果本系统为主机操作，则可按如下方式完成通信：

利用↑↓箭头移动功能选择项，用 Enter 键确认功能选择。在端口和功能均有相应显示时，则通信准备功能完成。

在通信准备工作完成后，选择“ 5．启动通信 ”，用 Enter 键确认该功能选定。如果是发送文件，则系统先提示用户输入要发送的文件号，在文件号输入完成后，则弹出文件列表框，让用户选择发送传递的加工程序；如果是接收文件，系统提示用户输入要接收的文件号，在文件号输入完成后，系统提示用户输入将该接收来的文件保存的文件名（不可输入扩展名，系统自动加入扩展名为“ .CNC ”）；在上述工

作完成后，则系统进行加工程序的传递，且显示当前传递的文件内容。

在文件传递完成后，可用 ESC 键退出“ 通信操作 ”或按提示的功能选择来退出“ 通信操作 ”。

在此有一个约定：

⑴ 本系统主动接收文件时

① 对方是三型机系统：则要求它有相应号的文件存在。例如：现要主动接收 01 号文件，则三型机系统必须有%1 文件存在。否则本次通信失败。

② 对方是计算机或同类数控系统：则要求有以文件号为主文件名，而以“ .CNC ”为扩展名的文件存在。例如：现主动接收 01 号文件，则对方必须有 01.CNC 文件存在。但此处又有区别：如果对方是计算机，则要求相应的文件在当前目录下；如果对方是同类数控系统，则要求相应文件在目录 C:\M2000\CNC 下存在。

⑵ 本系统主动发送文件时

① 对方是三型机系统：则要求它相应号的文件不存在。例如：现要主动发送 01 号文件，则三型机系统必须没有%1 文件存在。否则本次通信失败。

② 对方是计算机：如果通信成功，则文件是以文件号为主文件名，且以“ .CNC ”为扩展名，保存在当前目录下，如果有同名文件存在，则要无条件覆盖同名文件。例如：主动发送文件号为 1，在通信成功后，在对方当前目录下保存有文件 01.CNC。

③ 对方是同类数控系统：如果对方在 C:\M2000\CNC\下有以文件号为主文件名，且“ .CNC ”为扩展名的文件存在，在用户允许覆盖后，如果通信成功，则在目录 C:\M2000\CNC\下保存相应文件。例如：主动发送文件号为 1，在对方 C:\M2000\CNC\目录下保存有文件 01.CNC。

⑶ 对于文件号的说明：文件号最多为两位，不足两位时，系统自动补前导 0。

## 七．指令查询（F7）

在编辑区中，用户按下该键后，系统给出光标处有效指令的帮助

信息。用户可用↓↑← →箭头方便阅读该帮助信息，按 ESC 键退出帮助提示，重新回到编辑区内。其画面如图 3-29。

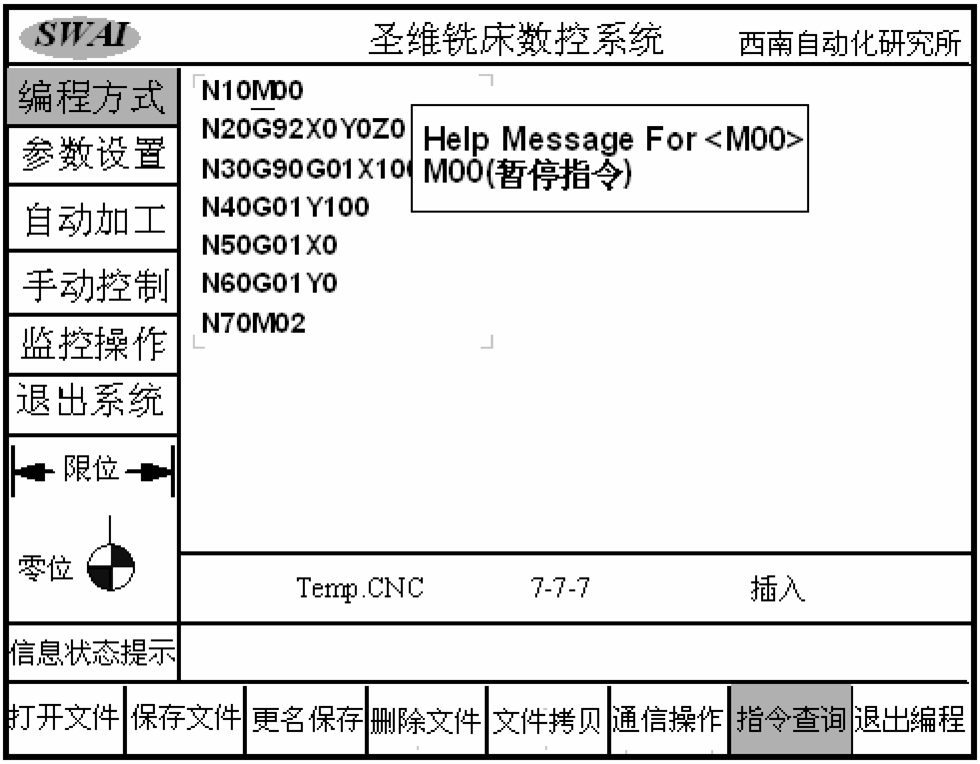



图3-29程序编辑之指令查询画面

## 八．退出编辑（F8）

用户按下 F8 键时，系统将退出“编程方式”而回到主菜单控制方式。如果用户有修改而未保存的文件，系统给出相应安全提示，给用户再次选择操作的机会。

*注：用户在向系统硬盘中写入数据时，要防止硬盘被写满，而导致系统不能正常工作。所以用户需要时时删除过时的加工程序，以空出更多空间。*

# §3-4 参 数 设 置

在系统主菜单下，利用↑↓箭头，选定“参数设置”，按下面板上的 Enter 键，则系统进入参数设置方式。此时系统显示为如图 3-30 状态。

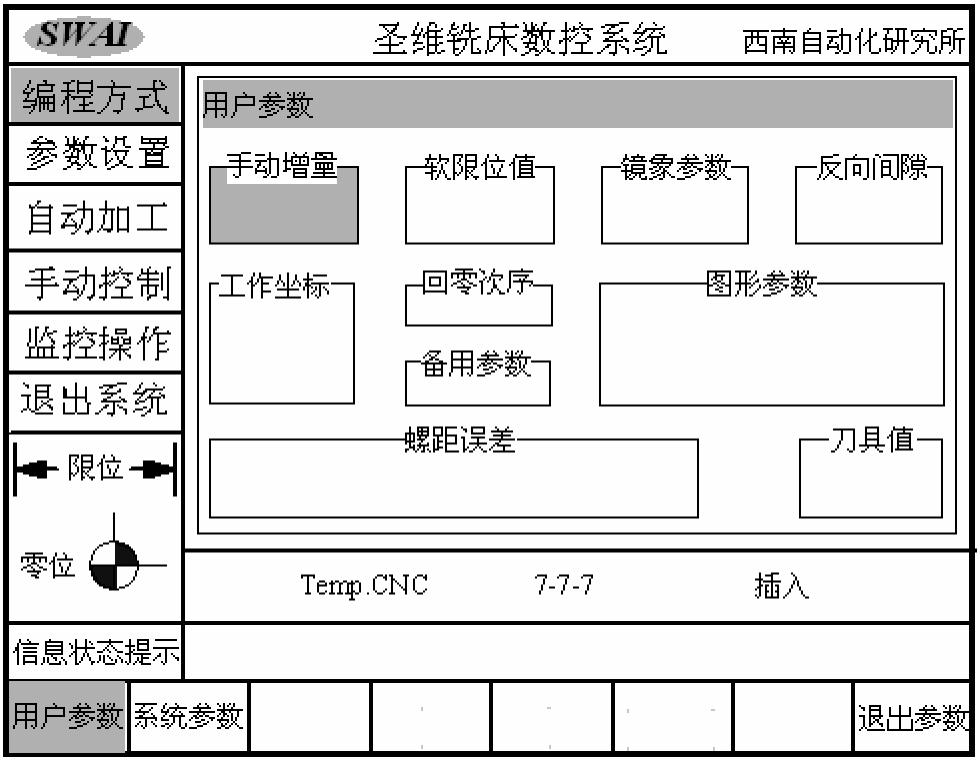



图3-30 参数设置之用户参数画面

在“参数设置”方式中，系统可以提供如下 3 项功能：

A. 用户参数(F1)

B. 系统参数(F2)

C. 退出参数(F8)。

如果在操作的过程中，用户有错误按键，系统给出相应提示。

用户可用 Tab 键在各参数项之间循环切换，也可用 Alt+数字键（0～9）直接切换到相应项参数。***注意：在使用 Alt+数字键时，当心未按下 Alt 键而只按下数字键，不小心修改了当前项参数。***在参数内

部，可用↑↓或者 Enter 键在行间或列间循环切换。下面详细介绍各参数的编辑使用。

## 一．用户参数（F1）

一旦进入“参数设置”方式后，系统默认进入“用户参数”编辑。其画面如图 3-30 所示。

在用户参数中，本系统提供给用户可修改的参数有：

① 手动增量(Alt_1)
② 软限位值(Alt_2)
③ 镜像参数(Alt_3)
④ 反向间隙(Alt_4)
⑤ 工作坐标(Alt_5)
⑥ 回零次序(Alt_6)
⑦ 备用参数(Alt_7)
⑧ 图形参数(Alt_8)
⑨ 螺距误差(Alt_9)
⑩ 刀具半径(Alt_0)

### 1．手动增量（Alt_1）

输入面板上手动增量波段开关 4 档对应的值，单位是毫米(mm)。

### 2．软限位值（Alt_2）

X,Y,Z 各轴的软限位值输入,单位是毫米(mm),A 轴单位为度(°)。

在输入软限位值时，系统提示输入软限位值 0 或软限位值 1。通过按键 Alt+S 相互切换。

软限位值 0 表示限位区间的右端点，软限位值 1 表示限位区间的左端点。左端点值应比右端点值小。

### 3．镜像参数（Alt_3）

设定各轴镜像标志：0--取消镜像，1--设置镜像。某轴设置了镜像，则该轴的运动方向与编程方向相反。

### 4．反向间隙(Alt_4)

X，Y，Z 各轴的反向间隙输入，单位毫米(mm)。A 轴按脉冲数输

入。

5．工作坐标（Alt_5）

可以完成 G54～G59 工作坐标系统值的输入。其中在“W：”栏输入的数据表示坐标系统号（0～5）分别表示（G54～G59)。输入的各工作坐标系的值为该坐标系之原点相对于基准坐标系原点的偏移量（见第二章的有关说明)。

6．回零次序（Alt_6）

设定机床回零的次序及 G00，G28，G29 各轴的运动次序。系统的标准值为“ZYXA”。

7．备用参数（Alt_7）

此参数暂时还未用。若按下 Alt+A 组合键，则进入手动档位速度设置，用↑↓键选定坐标轴，→ ←键选择速度档位，以输入该轴不同档位速度值。如果输入值超过该轴允许的最大值，则该输入值被最大值所取代。

8．图形参数（Alt_8）

设定自动加工时图形显示方式的主显平面及其显示中心和显示比例。主显平面只能有一个，如果用户的输入使主显平面有多个，则系统将以 XOY 平面作为主显平面。用户可根据加工程序的内容事先选择好显示平面，设置好显示中心与显示比例。显示中心的标准值为(150，150)(在显示平面的中心)。显示中心值越大，图形显示越靠右上；显示比例值越大，则显示的图形就越大。

9．螺距误差（Alt_9）

设定螺距补偿，“+”表示正向补偿，“-”表示负向补偿，“0”表示不补偿。具体设定哪个坐标轴，可用 Alt_A 在坐标轴的选择输入和补偿数据输入之间切换。而用↑↓翻动数据行。用→ ←在同一行内移动光标。

10．刀具半径（Alt_0）

可输入刀具号，再修改其对应的刀补半径数据。刀具号的有效范围为 0～49。0 号刀具号不用。

## 二．系统参数（F2）

系统参数不对用户开放，它的修改需要口令，该口令只对专业维修人员使用。

系统参数决定系统工作方式。系统要正常工作，必须正确设置系统参数。系统出所时，系统参数已设好，但现场调试时，根据机床的具体情况，可修改系统参数。用户使用时，原则上不允许修改系统参数。但当系统出现故障或万一系统参数丢失时就必须设置或修改系统参数，系统参数的设置或修改必须由负责数控系统调试维修的专业人员进行。进入系统参数要输入口令，口令在系统交付时提供给专业人员。

在系统主菜单下，利用↑↓箭头，选定“参数设置”方式，然后按下面板上的 Enter 键，系统进入“参数设置”方式。再按 F2 键进入“系统参数”。输入正确的口令后，进入系统参数编辑。如图 3-31 所示。

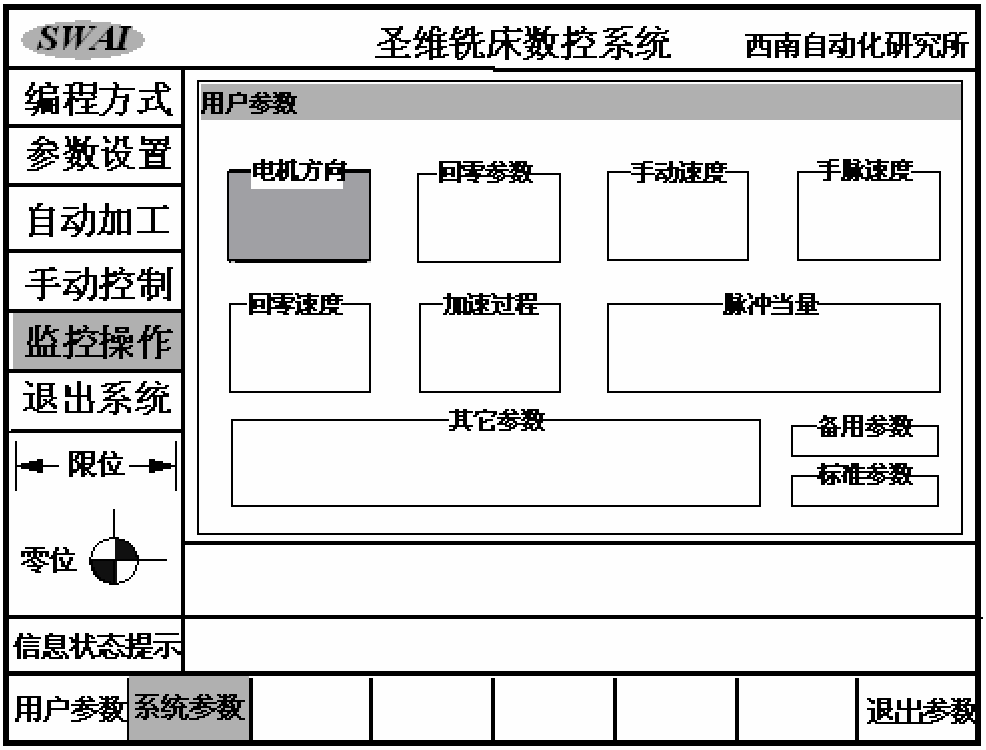



图 3-31 参数设置之系统参数

1．电机方向(Alt_1)

该项参数用于设定 X/Y/Z/A 四个轴的电机转动方向。默认值是“＋”。

“＋”----表示正向转动；

“－”----表示反向转动；

2．回零参数(Alt_2)

该项参数的设置又可分为两种：

回零方向和回零锁定相序。

回零前进距离和回零后退距离。

这两种设置可用 Alt+S 相互切换。调试人员在修改时，一般只修改回零方向，而其它项可不动。

⑴ 回零方向和回零相序

回零方向:“＋”----表示正向回零；

“－”----表示负向回零；

回零相序: 对 3 相 6 拍电机为 0～5；

对 4 相 8 拍电机为 0～7；

对 5 相 10 拍电机为 0～9。

回零方向和回零相序数值间用“ ;”隔开。

对交流伺服系统，回零相序已无意义。

⑵ 回零前进距离和回零后退距离。该参数的单位为 0.1mm。两参数值间用“ ;”隔开。系统的标准值为“5；20”，即 0.5mm 和 2mm。

3．手动速度(Alt_3)

该项参数用于设置在手动连续和手动增量方式时，速度倍率开关处于快速档时对应的速度值。单位为 mm/min，系统标准值为 1000。

输入的手动速度值有最高限制，它与该轴的进给脉冲当量有关。如表 1 所示。

表 3-1

| 脉冲当量 | 步进电机 (mm/min) | 伺服电机 (mm/min) |
| --- | --- | --- |
| 0.01 | ≤ 3000 | ≤ 6000 |
| 0.005 | ≤ 1500 | ≤ 4500 |
| 0.0025 | ≤ 750 | ≤ 3000 |
| 其它情况 | ≤ 1000 | ≤ 1000 |

4. 手脉速度(Alt_4)

该项参数用于设置在手脉方式下，手脉倍率开关四档对应的速度值。单位为 mm/min。系统标准值分别为 100，500，1000，1500。

5. 回零速度(Alt_5)

该项参数用于设置 X/Y/Z/A 四轴的回机床零速度、回程序零速度、G00/G28/G29 速度。单位为 mm/min，系统标准值为 1000。

输入的回零速度值有最高限制，它与该轴的脉冲当量有关。如表 2 所示。

空载速度为：4000mm/min(系统的缺省值)；

加载速度为：800mm/min (系统的缺省值)。

表 3-2

| 脉冲当量 | 步进电机 (mm/min) | 伺服电机 (mm/min) |
| --- | --- | --- |
| 0.01 | ≤ 3000 | ≤ 6000 |
| 0.005 | ≤ 1500 | ≤ 4500 |
| 0.0025 | ≤ 750 | ≤ 3000 |
| 其它情况 | ≤ 1000 | ≤ 1000 |

6. 加速过程(Alt_6)

a.该项参数用于设置系统的升降频参数或主轴速度参数，它们用 Alt+S 键切换。

b.该项参数用于设置系统的升降频参数或暂停键终止键有效次数，它们用 Alt+A 键切换。

⑴ 升降频参数设置

① 起点：设置升频的起点速度。其值不能太大，否则可能启动不了电机。

② 步长：设置速度的跳变梯度。其值小，升频慢；其值大，升频快。但也不能太快。

③ 步数：设置速度跳变一个台阶后，在该速度值上保持的步数。

升降频参数是系统参数中很重要的一项，它的设置大大影响系统的切削性能。步进电机系统和伺服电机系统中，升降频参数的最优配置或标准配置如表 3 所示：

表 3-3

| 升降频参数 | 步进电机 | 伺服电机 |
|---|---|---|
| 起点 | 100mm/min | 100mm/min |
| 步长 | 10mm/min | 25mm/min |
| 步数 | 8 | 10 |

⑵ 主轴速度参数设置

① 最小速度：设置主轴的最小速度。系统标准值为 100r/min。

② 最大速度：设置主轴的最大速度。系统标准值为 3000r/min。

③ 延时时间：设置速度跳变一个台阶后，在该速度值上保持的步数。系统标准值为 10。

⑶ 暂停键或终止键次数设置

① 暂停：设置按下暂停键为有效的次数。系统标准值为 5。

② 终止：设置按下终止键为有效的次数。系统标准值为 9。

它们表示在一段程序的执行中，该键需要按下设定的次数方才有效。

7. 脉冲当量(Alt_7)

S，X，Y，Z，A 各轴的进给脉冲当量。

1---当量为 0.01mm，2---当量为 0.005mm，4---当量为 0.0025mm

S 为系统插补当量，取各轴输入的最大值，即取当量值为最小。

在该项参数状态下，按 Alt+A，则进入输入 A 轴的进给当量界面。

用户输入减速比和步距角，系统自动计算 A 轴的脉冲当量，并考虑它是否为标准脉冲当量。所以要检查 A 轴的脉冲当量，不能只看脉冲当量输入的初始界面，而应按 Alt+A 键进入 A 轴脉冲当量的界面查

看。

例如：设 A 轴脉冲当量参数为：

减速比：90　　　　　步距角：0.9

所以，A 轴的脉冲当量为：0.01=0.9/90,故在前面的初始界面中，A 轴脉冲当量设置应为：1，即 0.01/Pulse。

如果 A 轴是线性移动轴,则也须设置其步距角和减速比，但只要保证：

步距角/减速比="标准的脉冲当量"

即可；再在脉冲当量设置的初始界面中，将 A 轴设置为相应的标准的脉冲当量则可。

8. 其它参数(Alt_8)

设置 X，Y，Z，A 各轴的间补延时；主轴启停延时；网络站号；螺距误差补偿；环分参数等等。

⑴ 设置 X/Y/Z/A 轴的间补延时值，单位为 0.1ms。系统的标准值为 100。

⑵ 设置主轴启停延时值，单位为 ms。系统的标准值为 550。

⑶ 设置螺补功能：0---不补，　1---要补。

此项占用一个字节，其各位的定义如下：

| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

D0=0：禁止螺补；

=1：允许螺补。

D4=0：等腰梯形方式升降频曲线（系统的标准值）；

=1：S 曲线方式升降频。

D6=0：则 G54～G59 以 G92 设定的程序零点为参考点（系统的标准值）

1：则 G54～G59 以机床零点为参考点（与三型机兼容）

D7=0：则全采用扩展内存加载文件（系统的标准值）

1：则部分采用扩展内存加载文件，但一次加载文件的行数为前者的两倍。

其它位未用。该项的标准值为 0。

⑷ 设置环分参数：

① 在步进电机系统中，该项参数设置系统各轴的相序拍数参数，占用一个字节，各位的定义如下：

| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

D1D0：控制 X 轴

00：3 相 6 拍；　　01：4 相 8 拍；

10：5 相 10 拍；　　11：5 相 10 拍。

D3D2：控制 Y 轴

00：3 相 6 拍；　　01：4 相 8 拍；

10：5 相 10 拍；　　11：5 相 10 拍。

D5D4：控制 Z 轴，

00：3 相 6 拍；　　01：4 相 8 拍；

10：5 相 10 拍；　　11：5 相 10 拍。

D7D6：控制 A 轴，

00：3 相 6 拍；　　01：4 相 8 拍；

10：5 相 10 拍；　　11：5 相 10 拍。

该项的系统标准参数为 106，即 X、Y、Z 轴均为 5 相 10 拍，而 A 轴为 4 相 8 拍。

② 在交流伺服系统中，该项参数用于设置驱动报警检测标记

| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

其中 D3~D0 分别表示控制 AZYX 轴。

如果某位为 1，表示要处理报警信号：在手动状态下且驱动加载，不能移动驱动报警轴；在自动加工状态下且驱动加载，系统将结束自动加工。

如果某位为 0，表示不处理报警信号：无论在手动状态下，还是在自动加工状态下，即使有报警信号，系统也不作停机处理。

该项的系统标准值为 7，表示只处理 XYZ 轴的驱动报警，不处理

A 轴的驱动报警。

9. 备用参数(Alt_9)

设定自动加工时 G00 的联动次序。该项参数现在未用。

10. 标准参数(Alt_0)

用户选择该项，按下 Enter 键后，系统将提示是否用内定的系统参数覆盖当前系统参数，需要用户选择。

在设置 A 轴的相关参数时，请注意 A 轴的用法：当用于分度头时，其速度设置方面指标不能太高；当用于回转工作台时，速度指标可以稍高些；当用于线性坐标移动时，则其速度设置同其它轴一样对待。此处度的把握，在现场时，可以从机械人员处获得相关信息。

## 三．退出参数（F8）

如果用户已对参数作了修改，在退出之前，系统给出安全提示，是否保存当前参数，等待用户选择。

# §3-5 自 动 加 工

在系统主菜单下，利用↑↓箭头，选定“ 自动加工 ”，然后按下面板上的 Enter 键，则系统进入“ 自动加工 ”方式。系统显示如图 3-32。

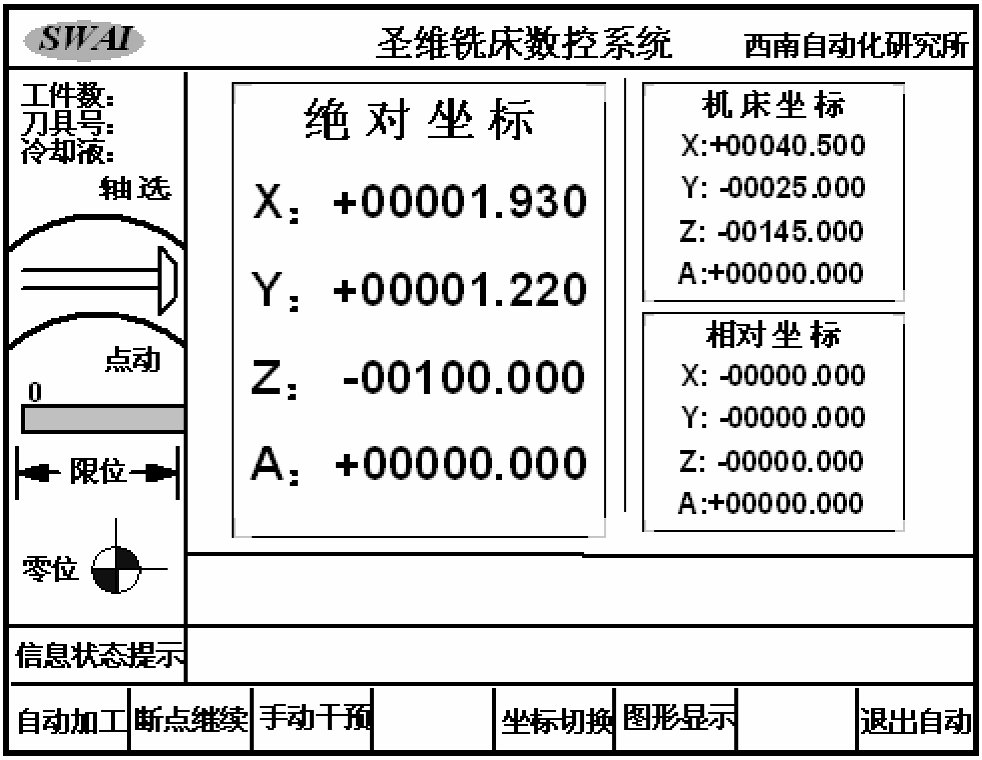



图 3-32 自动加工之主画面

在“ 自动加工 ”方式下，系统可提供如下 6 种功能：

① 自动运行
② 断点继续
③ 手动干预
④ 坐标切换
⑤ 图形显示
⑥ 退出自动

在自动运行过程中，系统将动态显示各种状态信息。

下面详细介绍各功能模块作用。

## 一．自动运行（F1）

当用户按下该键后，系统弹出文件选择框，用户可以采用如同在“编程方式”中操作文件列表的方法选择加工文件。其画面如图 3-33 所示。

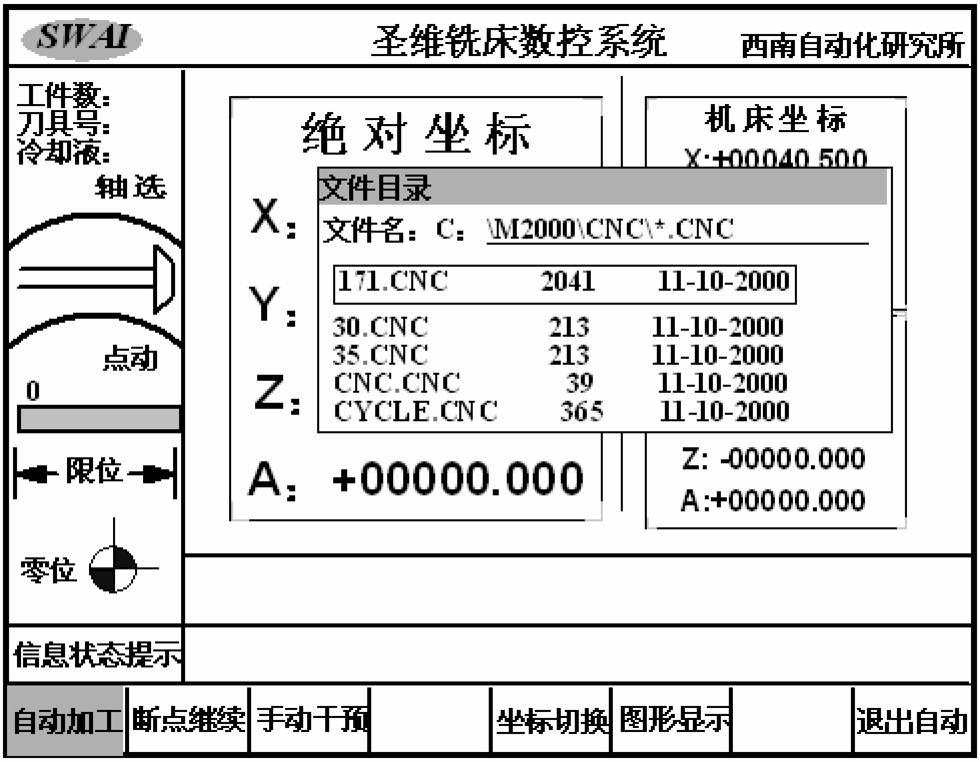



图 3-33 自动加工之主画面

系统在完成一系列的处理后，在主显平面显示该加工程序对应平面下的图形状态。如果用户加工程序的第一程序段是 M00，则“十”字光标停在程序起始位置处闪动，等待用户按下 NC 面板上的启动键。

在前面提到“一系列的处理”中，系统如果检测到相关的加工程序错，则指出错误信息，并显示错误行程序。此时，用户需按下 F8 键“退出自动”，根据错误信息，修改加工程序，再重复上述动作，直到程序正确为止。

在自动加工过程中，系统动态显示加工程序。标记为红色的程序行为当前加工的程序，在它前面的和后面的程序则是上一加工程序段

和下一将要加工的程序段。

如果空载，则 NC 面板上的速度修调倍率开关无效。系统将以一恒定速度运行加工程序，这就是所谓的“空运行”。

如果驱动加载，用户可用 NC 面板上的速度修调倍率开关修调当前进给速度，以满足加工需要。在左边的速度指示条中，左边显示的数据表示当前加工速度（修调后的），而右边的数据则表示程序指令给定的速度。

如果在驱动加载的情况下，用户要人为中断加工过程，为防止过冲，须先按 NC 面板上的“暂停键”或“单段停键”，让系统减速暂停后，再按程序中止键退出“自动加工”方式。

如果自动加工完成，则在左上角的工件数（同一加工文件的运行次数）自动加 1。如果用户要继续加工该工件，再按下 F1 键就行。如果用户要换另外的加工程序，则需按 F8 键“退出自动”回到主菜单后，再次进入“自动加工”方式，按 F1 键以选择其它的加工文件。

## 二．断点继续（F2）

该功能主要用于完成在自动加工过程中（指驱动加载的情况），由于停电、按下“程序中止键”或其它意外情况停止了自动加工，而需要重新从断点处开始执行加工程序的情况。

如果系统检测到本无断点或驱动未加载，将提示“断点功能禁止”。

在系统找到断点后，显示“系统加工暂停”，等待用户动作（用户可启动主轴和开冷却液或手动干预，然后启动运行）。以后的具体操作同正常的自动加工一样。

该功能对于大型加工文件非常有用。

## 三．手动干预（F3）

该功能只在驱动加载的情况下才有效。

在自动加工过程中或系统在找到断点暂停后，可以通过按下 F3 键进入手动干预状态，进一步选择手脉方式或手动连续方式干预来调

整刀具位置，启动主轴，打开冷却液等，完成手动功能后，用 F8 键“ 干预返回 ”退出手动干预状态。

当用户退出“ 干预返回 ”后，系统显示“ 系统加工暂停 ”，又等待用户继续操作。此时用户可按下 NC 面板上的启动键，再次启动自动加工。

四．坐标切换（F5）

在自动加工状态下，如果关闭了“ 图形显示 ”，可通过按下 F5 键，在“ 绝对坐标 ”，“ 机床坐标 ”，“ 相对坐标 ” 之间循环切换主显坐标。

五．图形显示（F6）

用户通过该键切换显示方式是图形方式或坐标显示方式。如果“ 图形显示 ” 框凹下状态（此时字形显示为红色），表示为图形显示方式；否则表示为坐标显示方式。

六．退出自动（F8）

在自动加工结束后，按下该键则退出自动方式，回到主菜单方式。

## §3-6　手 动 控 制

在系统主菜单下，利用↑↓箭头，选定“ 手动控制 ”，然后按下面板上的 Enter 键，系统进入“ 手动控制 ” 方式。此时系统显示如图 3-34。

在“ 手动控制 ” 方式下，系统可提供如下功能：

① 手动连续
② 手动增量
③ 手脉方式
④ 回机床零
⑤ 回程序零
⑥ 坐标清零
⑦ 退出手动

在手动控制过程中，系统将动态显示各种状态信息。如果正在某

种状态执行过程中，系统禁止工作方式的切换。主轴控制功能和冷却液控制功能只在驱动加载的情况下有效。

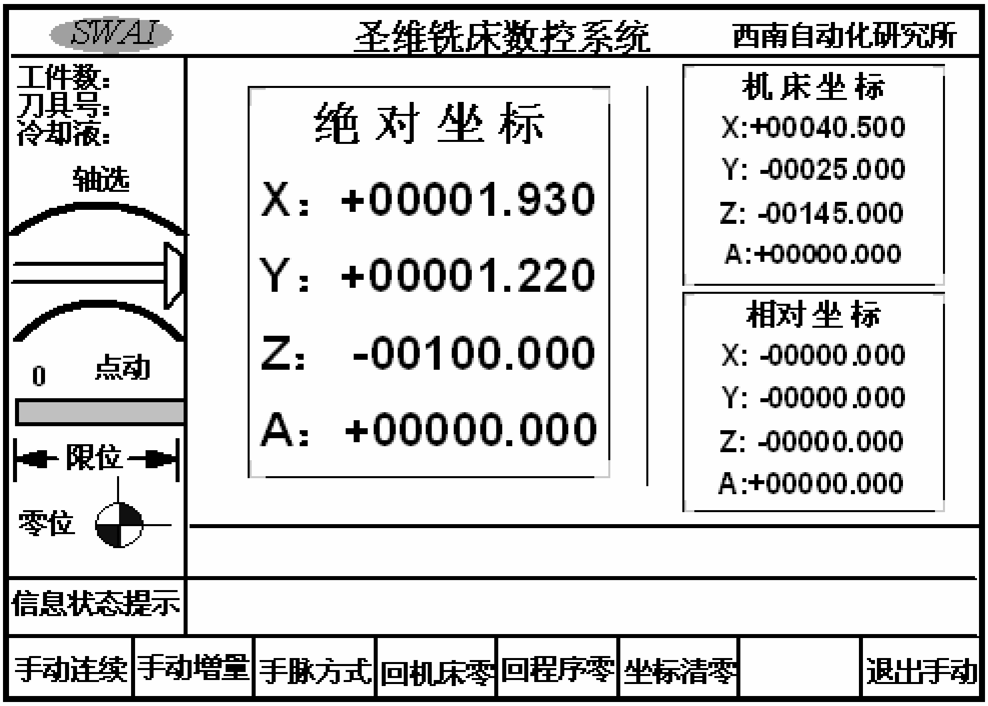



图 3-34 手动控制之主画面

## 一. 手动连续（F1）

按下 F1 键，如果该框凹下且字形以红色显示，则系统进入“手动连续”方式。其画面如图 3-35 所示。

⑴ 用户可用轴选开关选择当前要动作的坐标轴，当前选定的坐标轴（X/Y/Z/A），在 LCD 的状态栏“轴选”处有显示。

⑵ 用户可用速度倍率修调开关，调整进给速度。其中倍率快速档对应的速度为系统参数中“手动速度”项设置的该轴的速度。如果速度倍率修调开关拨到 0%档，则为点动状态（即单脉冲形式）

⑶ 左侧的状态栏的速度指示条中，左边的数据表示当前进给速度，而右边的数据表示当前状态下所达到的最大速度。

⑷ 用户可按下 NC 面板上的“+”或“-”键，控制坐标轴的移动。

⑸ 用户可控制主轴的启停和正反转，冷却液的开关。

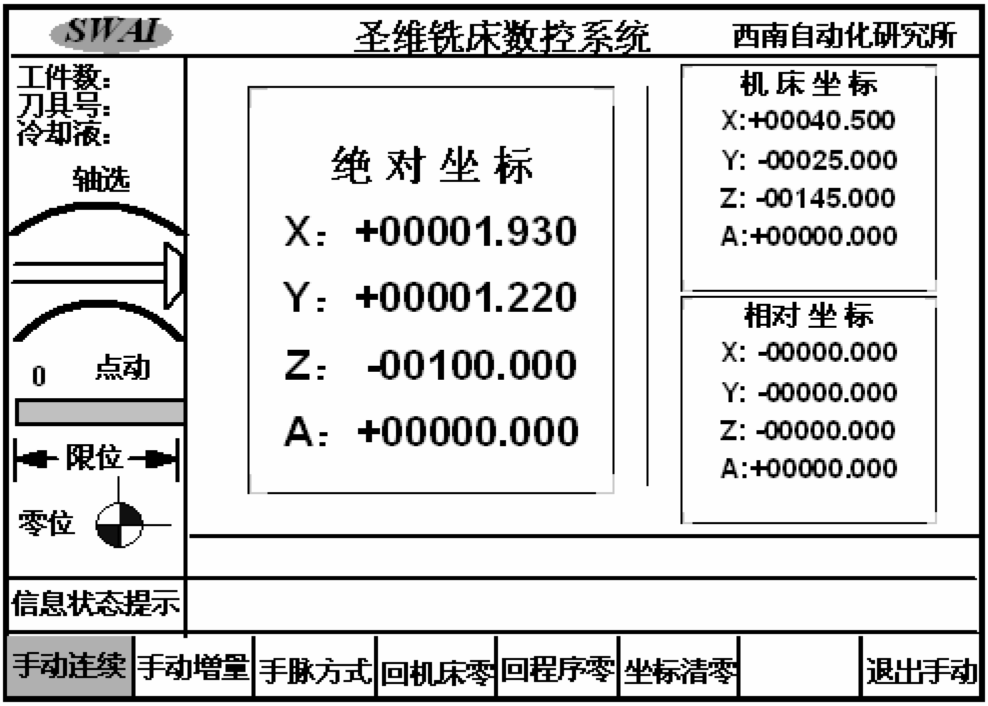



图 3-35 手动控制之手动连续画面

## 二．手动增量（F2）

按下 F2 键，如果该框凹下且字形以红色显示则系统进入手动增量方式。其画面如图 3-36 所示。

⑴ 轴选操作和速度修调开关同“ 手动连续 ”中的操作方式。

⑵ 用户可用 NC 面板上的手脉/手动增量波段开关选择四档对应的增量值。其值显示在“ 相对坐标 ”栏中。这四档增量值是在“ 用户参数 ”中设置的。

⑶ 用户按下 NC 面板上的“ + ”或“ - ”键，所选坐标轴即开始运动，移动的距离为 NC 面板上的手脉/手动增量波段开关所选档对应的值。此时“ + ”或“ - ”键的有效状态为：按下且松开为一次有效按键（主要为防止按键时的抖动）。

⑷ 在手动增量的执行过程中，可使用“ 程序中止 ”键，中止当前手动增量的执行，系统显示“ 手动增量被中止 ”。注意：在驱动加载情况时进行此操作可能会因过冲而使显示的机床坐标值与机床的实际位置不相符。

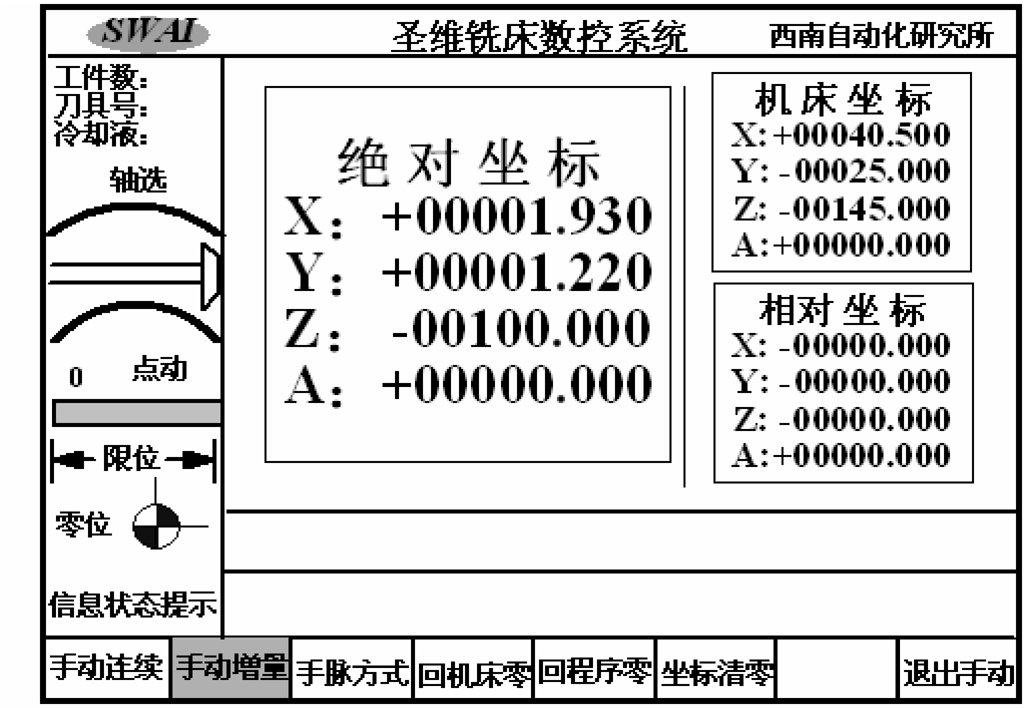



图 3-36 手动控制之手动增量画面

## 三．手脉方式（F3）

按下 F3 键，如果该框凹下且字形以红色显示则系统进入“手脉方式”。其画面如图 3-37。

⑴ 其轴选操作同“手动连续”中的操作方式，但速度倍率修调开关无效。

⑵ 用户可用 NC 面板上的手脉/手动增量波段开关选择四档对应的手脉速度值。该值在“系统参数”的“手脉速度”项设置。

⑶ 用户可转动手脉控制坐标轴动作。如果转动过快，脉冲数将会丢掉。手脉操作产生的位移以显示的数据为准。

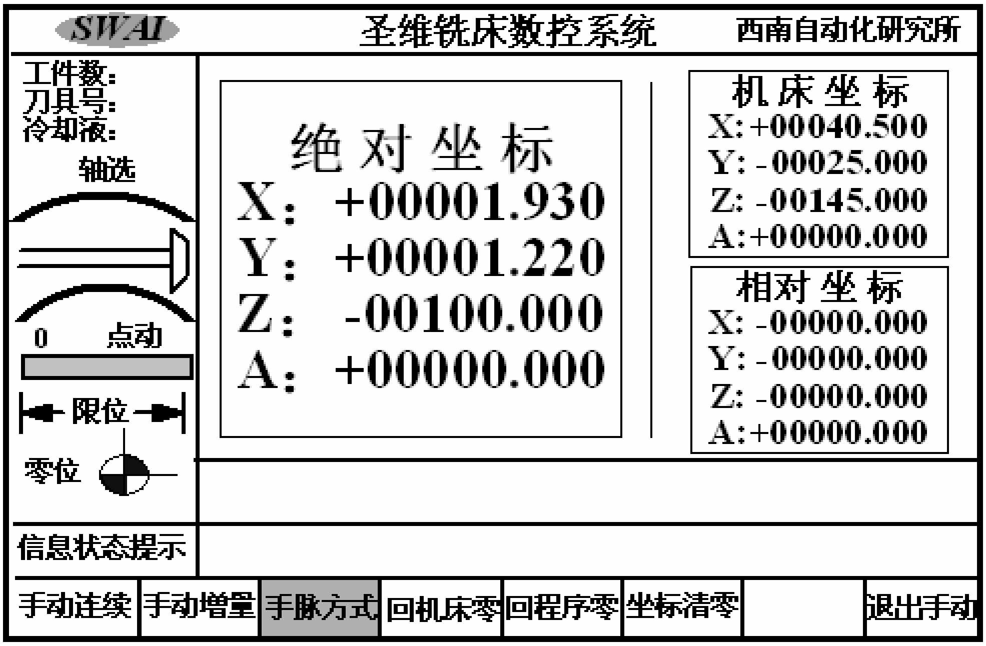



图 3-37 手动控制之手脉方式画面

## 四. 回机床零（F4）

按下 F4 键，该框凹下且字形以红色显示则系统进入"回机床零"方式。如图 3-38。

⑴ 轴选开关的使用同“手动连续”方式。但速度修调开关无效。

⑵ 回机床零的速度由“系统参数”中的“回零速度”设置。

⑶ 要回机床零，需要驱动加载和按下 NC 面板上“回机床零”键。

⑷ 如果系统回到机床零，则回零指示灯亮，且 LCD 上零位状态指示该坐标轴已回过机床零，机床坐标清零。

⑸ 在回机床零的过程中，用户可按下 NC 面板上的“程序中止”健中止该过程的继续进行，系统显示“回机床零被中止”。

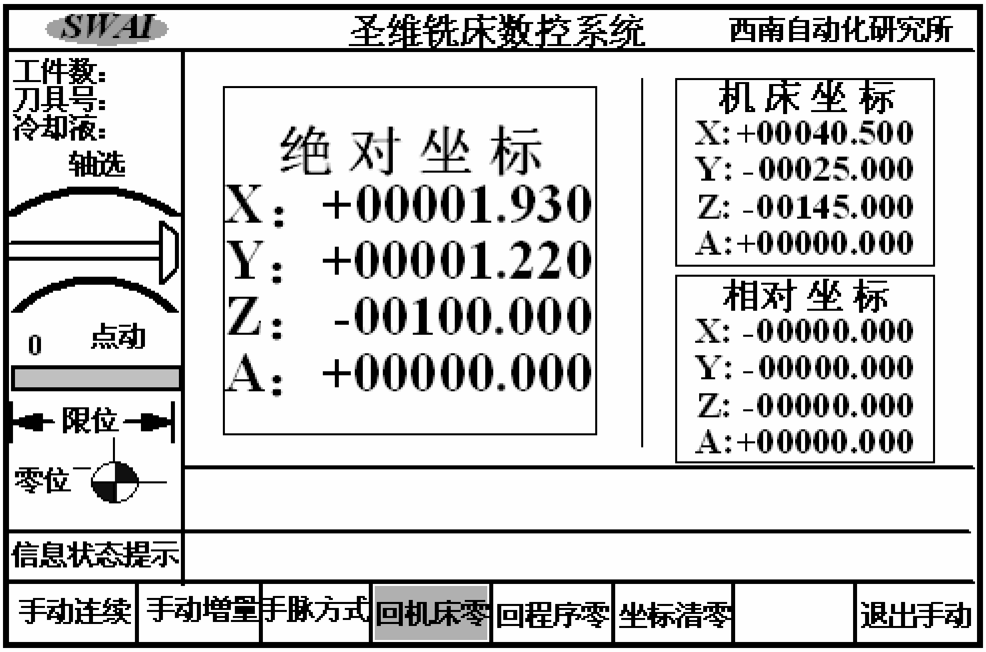



图 3-38 手动控制之回机床零画面

## 五. 回程序零（F5）

这里的“回程序零”是指回程序起点。

按下 F5 键，该框凹下且字形以红色显示则系统进入“回程序零”方式。其画面如图 3-39。

“回程序零”方式时“轴选”、“倍率修调”均无效。

⑴ 回程序零的速度由“系统参数”的“回零速度”设置。

⑵ 回程序零的次序由“用户参数”的“回零次序”设置。

⑶ 按下 NC 面板上的“回程序零”键，就可完成回程序零。在回程序零的过程中，可按下 NC 面板上的“程序中止”键，中止回程序零的过程。系统显示“回程序零被中止”

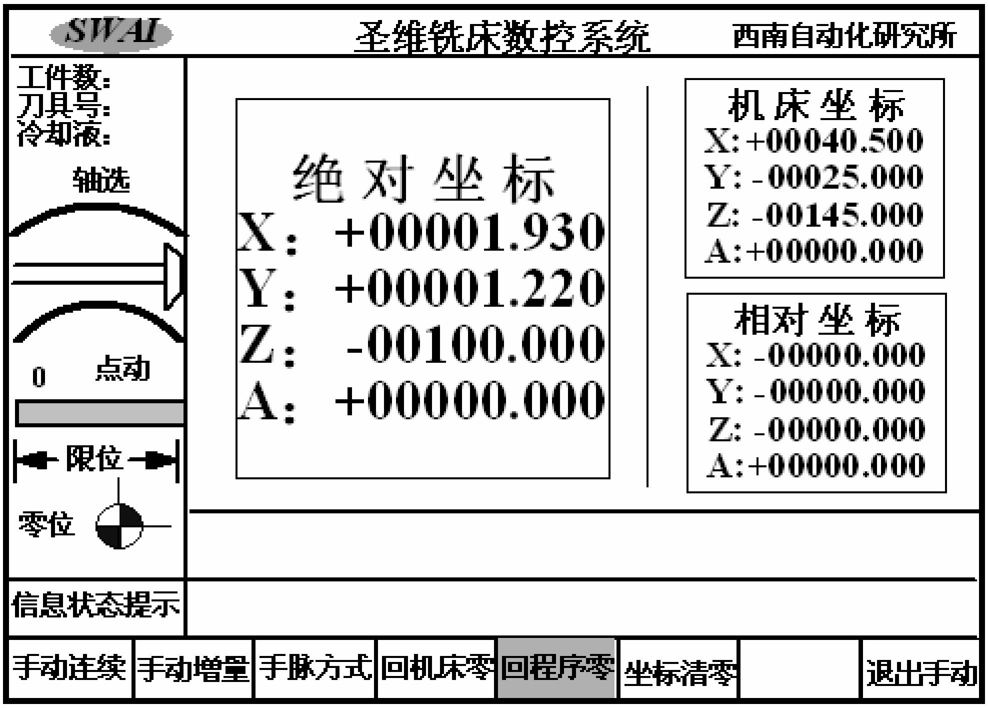



图 3-39 手动控制之回程序零画面

## 六．坐标清零（F6）

按下 F6 键，该框凹下且字形以红色显示则系统进入“ 坐标清零 ”方式。其画面如图 3-40。

⑴ 当前轴选对应的坐标轴的“ 绝对坐标 ”清零。

⑵ 用户可转动轴选开关以清零其它轴的“ 绝对坐标 ”。

## 七．退出手动（F8）

按下 F8 键，则系统退出手动方式，回到主菜单控制方式。

***注：在手动方式下，如果按亮“ 单段停 ”指示灯，则系统认为限位无效。利用此方法可以让系统退出“ + ”且“ - ”限位状态。当系统退出限位状态后，用户一定要按灭“ 单段停 ”指示灯，以确保系统的安全。***

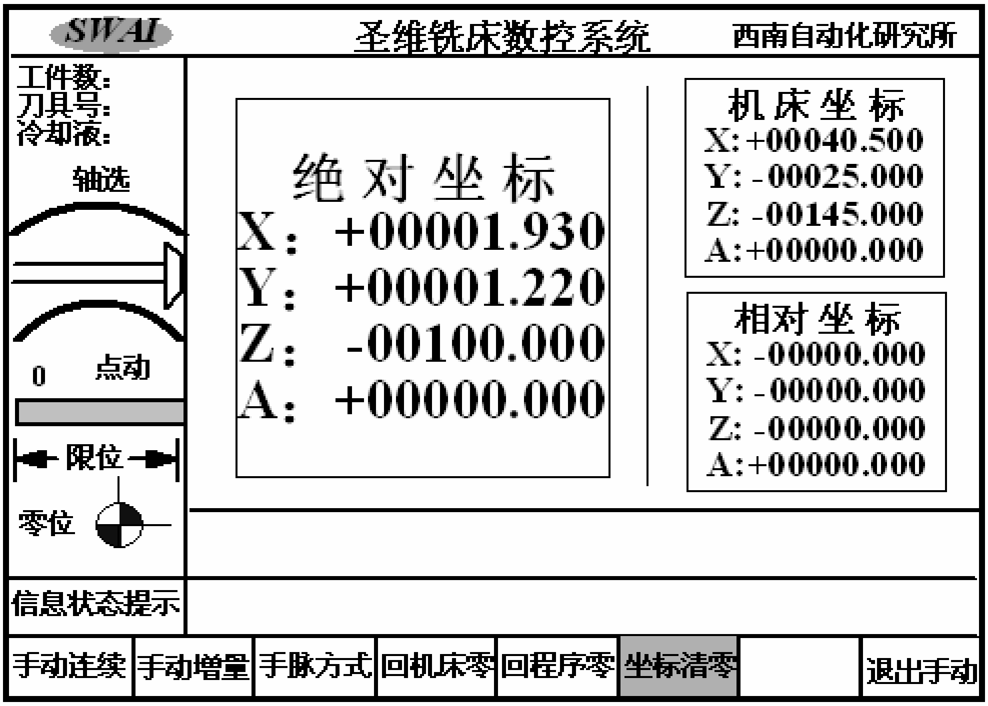



图 3-40 手动控制之坐标清零画面

# §3-7 监 控 操 作

该功能用户慎用，主要用于系统调试。其画面如图 3-41 所示。

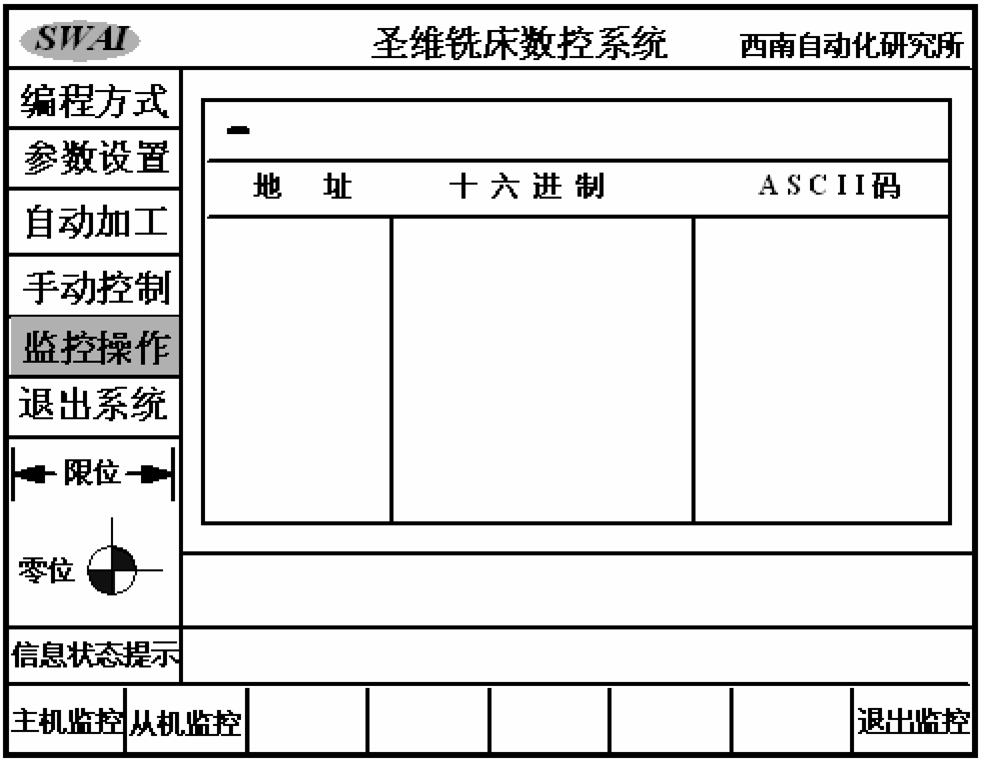



图 3-41 监控操作之主画面

在该方式下，系统所能提供的功能类似于 DOS 的 DEBUG 命令所提供的功能。

## 一．主机监控（F1）

1．D---显示内存内容

例：显示 CE00 开始的 20H 字节的内容

D CE00:0 20

2．E---改写内存某单元的内容。

例：修改段地址为 CE00，偏移量为 20H 处单元的内容为 AAH

E CE00:20 AA

3．F---填充内存某一片单元

例：填充内存区以 CE00 为段地址，偏移量从 00H 到 20H 区为 AAH

F CE00:00 20 AA

## 二. 从机监控（F2）

从机部分的命令类似于主机的命令，只是多了一个 K 命令，该命令用于检测 NC 键盘。

键入 K，并键入 Enter，则系统进入检测 NC 键盘状态。键入 Q，则退出 NC 键盘检测状态，回到一般状态。

在进入从机监控方式后，按 F3 键则可清所有坐标值（相对坐标值例外）为 0，且清软限位、硬限位、驱动报警状态为无效状态。在此操作之后，请退出监控，然后退出系统，再复位系统，重新进入。

## 三. 系统测试（F7）

用户按下 F7 键，则进入系统测试。在该测试模块内可完成存储器、I/O 端口、PC 键盘、NC 键盘等项的测试。

用户在确认测试之前务必要认真阅读系统给出的安全提示。在确定后就可按系统的提示完成相关测试。

## 四. 退出监控（F8）

按下 F8 键，则系统退出监控状态，回到主菜单控制方式。

# §3-8 退 出 系 统

在系统主菜单下，利用↑↓箭头，将“退出系统”栏标记为红色且为凹陷状态，然后按下面板上的 Enter 键，系统提示“现在可安全关机了”，此时，用户可安全关掉电源了。

***注：在其它状态下，用户千万不可用直接关断电源来关闭系统的方法，以防止系统未完成某些后置处理，而在下次开机时，系统不能正常工作。***

# 第四章　安装、调试和维护

在对圣维 SWAI BKX4-C 数控系统进行安装、调试和维护之前，必须认真地阅读随系统提供的文件资料。文件资料有《圣维 SWAI BKX4-C 数控系统使用说明书》、《圣维 SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》和《维修用电路原理图》。在了解和掌握了有关本数控系统的知识之后，才能进行系统的安装调试维护工作。

## §4-1　系 统 安 装

系统安装是指从机械上和电气上将圣维 SWAI BKX4-C 数控系统与机床连接起来。

### 一．数控系统对机床的要求

1．根据不同机床选用相应的步进电机。20 牛顿·米和 30 牛顿·米步进电机的安装尺寸请参看《SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》中附图 4、附图 5。

2．传动及丝杠的要求

根据丝杠螺距、负荷力矩、转动惯量、进给速度、步进电机转矩和数控系统脉冲当量确定传动齿轮的传动比。要求传动齿轮轻便、共振小、噪音小、反向间隙小，且反向间隙离散值不大于 0.009mm。

建议采用双螺母滚珠丝杠。总的负荷力矩不超过所选步进电机额定静扭矩的 75%。

3．操作台支撑臂或吊挂悬臂

机床应有一个支撑臂或吊挂悬臂，供安装 BKX4-C 数控系统操作台用。支撑臂或吊挂悬臂的管道内径不小于 60mm，以便于穿过信号电缆。操作台安装高度以适合操作者操作为宜。支撑方式安装的操作台最好倾斜 15°角，便于操作者操作。支撑式操作台机械安装接口请见《SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》附图 2。吊挂式操作台机械安装接口请见《SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》附图 3。

4．机床电气的要求

每个轴的正负行程端头应加装正负硬限位的机械行程开关；每个轴在机床零点位置应加装一个电子无触点开关或行程开关(最好是电子无触点开关)；主轴的正转、反转和停止，以及冷却液的开关通过中间继电器控制交流接触器来实现。数控系统与机床的接口请见《圣维 SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》。

## 二．数控系统对电网电压的要求

数控系统供电电源：

电压：三相交流电压 380V(+10%～ -15%)，频率 50±1Hz

功率：小于 2.8KVA

当用户的电网电压波动较大，超出规定指标(+10%～ -15%)时，可能会引起数控系统的工作不正常。为此，建议这类用户自配一个容量为 3KVA 的交流稳压器，经交流稳压器给数控系统供电。

## 三．关于数控系统的接地

为了安装和维修的方便，M2000 数控系统目前尚未采取浮地措施，是一个共地（+5VGND）系统，系统的机壳即地。从原理上说，系统要求最好有一条单独的低阻（小于 0.4Ω)接大地线（TE）与控制箱内的接地螺钉牢固连接，然而在很多情况下不能提供这样的地线。但提供了保护接地 PE 线，在无法满足单独接低阻地（TE）情况下，将二者合为一。即以 PE 作系统接地线，但必须连续且接触良好。这也符合国家相关标准。(参见 GB 5226.1)。严格禁止不接地线，或者将系统的接地线与交流电源进线的 “ N ” 端混连接在一起。

数控系统采用三相四线（三根相线和一根 PE 线）380V/50HZ 交流电网供电。相线均从机床配电盘引入航空插头（YD20K4TR)，该插头与驱动柜上标注有 “ 380V ” 的航空插座（YD20J4Z）配合。PE 或 TE 线也从接地点引入 YD20K4TR 插头的 P1 脚。接地点距系统越近越好，该接地线截面积应不小于 1mm$^2$。

## 四．数控系统环境要求

数控系统正常工作环境条件：

温度：　　　　　0～+40℃

相对湿度：　　　40～80%

振动：　　　　　小于 0.5G

在有粉尘和腐蚀气体的场所，要保持通风清洁。

## 五．开箱检查

系统及配件是否与装箱单相符，有没有丢失或漏装，若有应及时告诉我所，以便及时核实和补发。

用钥匙打开操作台后门，检查各模板是否与母板插接到位；检查各插件是否插接牢固可靠；各电缆插头是否有松动等；若有松动的部位，请进行紧固。用万用表检查各种电源对地或各种电源之间有无短路，如有应查出原因并排除故障。最后，重新关好后门并锁紧。

打开驱动柜前后门，检查驱动柜最底层(电力配电)交流 380V 三个保险盒接触是否良好，可以用万用表欧姆档测试保险盒两端，应保证熔断器接触良好，交流 380V 输入回路畅通；检查交流 24V 保险盒接触是否良好；检查交流接触器接线端是否压接牢固可靠；检查电力变压器(TM)输入输出接线螺母有无松动，应确保电力变压器(TM)输入输出线压接牢固可靠；检查 XT1、XT2 接线端子排各端子压接螺母有无松动，若有应予旋紧；检查各连接插头是否插接牢固可靠，若有松动的应予紧固；检查驱动单元控制板是否完全插入母线板上印制板插座内，控制板插座上的 IC 有无松动或掉出插座外，母线板上保险管有无松落，若有应予插好。最后，重新关好前后门并锁紧。

在开箱检查过程中，应特别注意的是检查驱动柜内电力变压器(TM)的压线螺母，绝对不应有松动情况，若有应立即旋紧。

## 六．数控系统安装

### 1．操作台安装

把操作台用 4 颗螺钉穿过安装孔固定于机床支撑臂(或机床吊挂

悬臂)上。将连接操作台上的三根电缆线，穿过支撑臂管道(或吊挂悬臂管道)。操作台至驱动柜的 AC 220V 电源电缆和步进信号电缆连接到驱动柜后面板，操作台至机床的机床电气控制电缆连接到机床壁龛上 X24J26A 插座上。电缆的连接请见《圣维 SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》。

2.驱动柜安装

驱动柜安放的位置可以根据用户使用方便而定，可放于机床侧面，也可放于机床后面。要求安放平稳，驱动柜上盖面不允许放置物品，驱动柜前后门应保留一定空间距离，以便于打开前后门，并保证空气流通，有利于驱动柜散热通风。驱动柜输出到步进电机的三根步进电机电缆连接到各轴步进电机插座上，AC 380V 电力电缆连接到三相 380V 电源插座上，AC 380V 电力电缆中 PE 端(绿黄双色线)应就近接大地。电缆的连接请见《圣维 SWAI BKX4-C 数控系统电缆连接说明书》。

## §4-2 数控系统送电须知

### 一. 送电前检查

1. 首次通电

数控系统首次通电，或系统长期存放后使用，应进行首次通电操作。

⑴ 对引入数控系统的电源电压进行确认，检查是否有缺相，电压是否有过低或过高(指超出技术要求范围 AC 380V +10%～-15%)的现象，接线是否正确。

⑵ 检查数控系统操作面板上的红色蘑菇头紧急停止按钮和机床按钮板上的红色蘑菇头紧急停止按钮是否被压下，如被压下则应向右旋转一个角度，使其处于抬起位置。

⑶ 检查数控系统操作面板上的电源开关，应使其处于“ 电源关 ”的位置。

⑷ 用钥匙打开驱动柜后门，从各轴驱动电源显示面板测试孔用

万用表检查 VF、VG、+12V 电压对地或机壳有无短路，如有应查出原因，排除故障，否则不能加电。检查驱动柜底层维修开关，应使其处于抬起位置。

⑸ 用钥匙关好数控系统驱动柜后门，保证开门断电开关闭合。在数控系统正常工作期间，绝不要打开驱动柜后门。

⑹ 检查机床上各轴超程限位开关是否脱离挡块，应使机床工作台处于各轴限定行程之内。

⑺ 检查机床的状态是否正常。

2．平常通电

日常通电前，应做如下操作：

⑴ 检查数控系统操作面板上的红色蘑菇头紧急停止按钮和机床按钮板上的红色蘑菇头紧急停止按钮，应使紧急停止按钮处在抬起(常开)位置。

⑵ 检查数控系统操作面板上的电源开关，应使其处于“ 电源关 ”的位置。

⑶ 检查机床上各轴超程限位开关是否脱离挡块，应使机床工作台处于各轴限定行程之内。

⑷ 检查机床的状态是否正常。

## 二．数控系统送电

如果第一条款中的工作全部做完，并一切正常无误，数控系统已具备送电条件，可以按下述操作顺序给数控系统送电和对数控系统进行检查。

1．加电

第一次通电或对数控系统进行检查时，先将驱动柜后门预先开启，露出各驱动电源显示面板，以便观察检测。通电前应先将驱动柜下层的红色维修开关按下接通。

在机床总电源开关接通的状态下，把数控系统操作面板上的电源开关合上(电源开位置)。电源开关上的指示灯亮，显示屏上显示出第一屏内容。操作者根据需要，可选择不同的操作模式（参见“ 第三章

操作使用”）若操作台已发出步进信号，系统正常工作，则各个驱动电源显示面板上相序指示灯按步进相序 LA～LE 点亮，驱动电源显示面板上其余三个红色指示灯应不亮。这三个指示灯亮分别指示：

OL：过流，　　HV：过压，　　LV：欠压。

2．工作台运动方向检查

数控系统加电后，必须首先检查工作台的运动方向。检查方法是在手动操作方式下，慢速移动工作台，顺序检查 X、Y、Z、A(选件)各轴运动方向。

在工作台移动方向与 ISO-841 标准所规定的坐标和运动方向不一致时，需要调整步进电机的转动方向。调整步进电机的转动方向，请参看§3-4·二关于系统参数一节说明。

3．步进电机运动相序检查

检查方法是在手动操作方式，点动移动工作台，顺序检查 X、Y、Z、A(选件)各轴步进电机相序变化。可观察各坐标驱动电源显示面板上相序指示灯的变化；也可以用万用表直流电压档测试各坐标驱动电源显示面板上的 IA、IB、IC、ID、IE 点对地电压，应符合下述值：

锁定相：　　　　0.65～0.7±0.002V

非锁定相：　　　0V

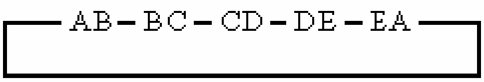
连续工作时：　　各点对地电压依频率的大小而变化。

该电压即是步进电机各相绕组中的电流检测信号。

步进电机在二三拍工作方式下(本系统的步进电机采用五相十拍工作制，因此为二三拍工作方式)，各相绕组通电相序如下：




步进电机在双二拍工作方式时，各相绕组通电相序如下：




相序指示灯应按上述不同的工作方式，按相应的顺序正确指示。

用万用表测试的电压值与步进电机绕组中流过电流有如下关系式：

$$IA=\frac{VA}{0.1\Omega}\quad IB=\frac{VB}{0.1\Omega}\quad IC=\frac{VC}{0.1\Omega}\quad ID\frac{VD}{0.1\Omega}\quad IE=\frac{VE}{0.1\Omega}$$

步进电机绕组中流过的电流与步进电机型号、运行频率有关。这里测试的反馈值是点动移动后的静态电流值，即步进电机静态锁定时各相绕组中流过的电流值。其值为：6.5A～7.02A

数控系统要求每月必须进行一次步进电机运动相序的检查。而且要求同时采用上述三种检查方法，对各轴步进电机的各相绕组工作状态进行检查。

4．直流电源电压检查

直流电源电压检查方法是打开数控系统驱动柜后门，用万用表直流电压档测试各驱动电源显示面板的测试孔 VF、VG、+12V 电压。其值如下：

VG：　　+150V 左右（与 AC 输入和电机工作状态有关）

VF：　　VG+15V

+12V：　+12V±0.4V

数控系统每月必须进行一次直流电源电压检查，以确保系统正常工作。

5．硬软限位功能检查

硬限位功能检查方法是在手动操作方式下，用“手脉”或“手动连续”移动工作台，先快速后慢速接近各轴正负方向的超程限位行程开关。碰上超程限位行程开关，显示屏幕应立即显示出限位状态，同时相应的限位指示灯亮。

软限位功能检查方法是先设置软限位，即通过屏幕菜单进入软限位参数设置，软限位的设置应依据工作台行程的长度来确定。在软限位设定之后，编一个适当的程序，并进入自动加工状态。当程序运行使机床运动到软限位点时，显示屏幕应立即显示出软限位状态。

6．机床零检查

机床零检查方法是在手动操作方式下，用“手脉”或“手动连续”方式向各轴机床零点位置移动工作台，当工作台移动到机床零点，数

控系统操作台上相应轴的机床零指示灯应亮，离开机床零点，操作台上相应轴机床零指示灯应灭。

7．主轴正反转及停止功能检查

主轴正反转及停止功能的检查是在手动操作方式下，按动数控系统操作台上的主轴正转按键，机床主轴应能正转；按动操作台上的主轴停止按键，机床主轴应能停下来；按动操作台上的主轴反转按键，机床主轴应能反转。这里要注意的是当主轴正转时，如要想切换到主轴反转，则必须先按主轴停键，然后再按主轴反转键，以免损坏主轴，反之也一样。

8．冷却液开关功能检查

冷却液开和冷却液关功能的检查是在手动操作方式下，按动数控系统操作台上的冷却液开按键，机床冷却液泵应开启；按动操作台上的冷却液关按键，机床冷却液泵应关闭。

9．紧急停止功能检查

紧急停止功能检查是在手动操作方式下移动工作台，按下数控系统操作面板上的红色蘑菇头紧急停止按钮或机床按钮板上的红色蘑菇头紧急停止按钮，机床工作台应立即停止运动。然后，将此按钮顺时针旋转一个角度即可抬起。

数控系统在急停按钮按下后，系统将锁定各进给轴，停主轴，关闭冷却液，并在屏幕上显示“紧急停机”信息。紧急停止按钮抬起后，放松主轴，此时系统必须复位，才能继续工作。

10．进给码锁住功能检查

进给码锁住功能检查是把进给码锁定键按下(指示灯亮)。在手动操作方式下，用任一手动方式移动工作台，机床工作台不应出现位置移动。

11．冷却风机检查

关闭驱动柜后门，关闭前先将维修开关弹出断开。系统加电，检查后门冷却风机工作是否正常。

## §4-3　关于备用电池

轴控制单元模板上有一个 3.6V 的可充电备用电池。它使模板上 SRAM 存储器插座具有掉电保护功能，满足数控系统中保存加工程序和数据的需要。只要数控系统断电不超过 3 个月，备用电池都有效。

但需要注意的是在数控系统长期存放不加电的情况下，虽然开机后备用电池电压能很快充电上升到额定值，但由于充电时间短，电池电压偏低。因此，通电初期的 48 个小时内可能出现程序保护功能不正常。但使用几天之后，程序保护功能就能达到正常

## §4-4　自动保护及复位处理

为使数控系统可靠运行，每个驱动电源都设有电流、电压故障检测和自动保护处理，并可通过输出接口，将故障信号传送到控制设备进行软件处理。

### 一．自动保护

1．过流处理

当电机因堵转或其它意外原因使电流超过设定保护值时，驱动电源将发生过流保护。保护时切断高压直流电源，封锁输入相序信号，关断功率管，步进电机停转，驱动电源显示面板上过流 LED 指示灯亮，上传报警信号，并在操作台显示电源报警。容易引起过流报警的主要原因有：

⑴ 给定过流限值太小；
⑵ 电机绕组线圈有短路现象；
⑶ 升降频与机床机械特性不匹配；
⑷ 电机堵转；
⑸ 功率管损坏。

2．过压处理

当电网电压超过系统安全工作范围(+15%)时，为了保护系统不受损坏，驱动电源将发生过压保护。保护时切断高压直流电源，步进电

机停转，驱动电源显示面板上过压 LED 指示灯亮，上传报警信号，并在操作台显示电源报警。容易引起过压报警的主要原因有：

⑴ 给定过压限值太小；

⑵ 电网电压波动太大。

3．欠压处理

当电网电压低于系统可靠工作范围(-15%)时，为了确保系统可靠运行，驱动电源将发出欠压提示，此时驱动电源显示面板上欠压 LED 指示灯亮。

## 二．复位处理

发生自动保护（特别是过流保护）后，必须由专管维修人员在确认故障原因，并排除故障后，通过口令解除故障报警信号，才能重新加电工作。

# §4-5 断 电 操 作

退出系统运行程序后，按下数控系统操作面板上的电源开关到电源关位置，则系统断电。

# §4-6 数控系统故障与维修

## 一．带电检查

数控系统维修时，若需要打开驱动柜后门带电检修，应当把驱动柜电力配电层(底层)的维修开关(SB)压下，否则，数控系统无法加电。这是因为打开驱动柜后门后，开门断电开关(ST1)释放，使系统加不上电。

## 二．电源故障

数控系统加不上电或者突然断电，应按下列步骤顺序检查：

⑴ 三相电源是否缺相？

⑵ 驱动柜底层交流 380V 熔断器是否断开？

⑶ 驱动柜底层交流 24V 熔断器是否断开？交流 24V 启动变压器是否损坏？

⑷ 操作台内开关稳压电源的两个熔断器是否断开？

⑸ 开门断电开关是否失灵？

## 三．显示屏显示故障检查

数控系统加电后，显示屏无显示，应按下列步骤顺序检查：

⑴ 操作台内开关电源无直流输出故障：应更换开关电源。

⑵ 电源正常但显示屏无显示：检查背光电源。

⑶ 电源，背光电源都正常，系统能正常启动，但仍不见显示内容：调节显示屏对比度。

⑷ 只在左上角显示闪动光标“ -- ”：检查轴控单元插件是否松动和中断跳接线是否正确连通。

⑸ 显示屏有分块和乱色的竖条现象：检查显示屏上电缆微型插头座是否松动。

## 四．驱动电源故障

***注意：驱动电源发生故障后，维修必须由专业的(或经过培训的)人员进行！维修时，一般不允许调各种电位器，否则将可能引起系统更大的故障。***

1．锁定力矩小，甚至消失。

可做如下检查：用万用表 DC20V 档，黑表笔接+12V 地，红表笔依次接控制板上 U16～U19-P9 或 U9-P7 输入电阻外端，该电压正常值约为 0.7V，若该值低于 0.65V，缓慢调节电位器 RP3(注意：调 RP3 后，必须重调电位器 RP2，使 U16～U19-P11 和 U9-P7 输入电阻外端对地电压约为 0.92～0.96V)。若该电压正常，则用示波器检测 U5-P6 有无脉冲波形；若无波形再检查其它相关信号，若有波形但电流比较小，调 RP5 使电流波形如图 4-2。

2．拖动力矩小

用万用表检测 VF、VG 电压，用示波器检测驱动电源显示面板上

LA～LE 电流波形有无异常：

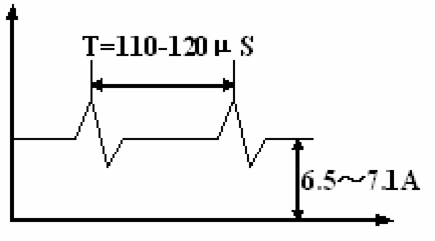



图4-2

⑴ 电流波形正常但幅值偏低

用万用表 DC 20V 档，黑表笔接+12V 地，红表笔依次接控制板上 U10～U19-P11 或 U9-P5 输入电阻外端，该电压正常值约为 0.92～0.96V，若低于 0.8V，调节电位器 RP2，使其值约为 0.92～0.96V，电流正常波形如图 4-3。

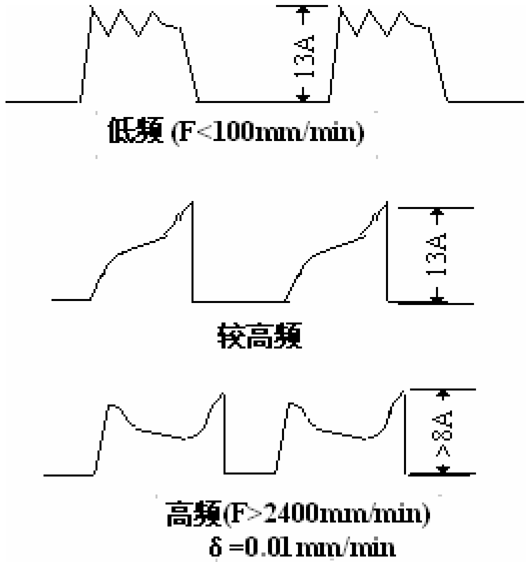



图4-3

⑵ 电流波形及幅值都正常

检查母线板上电流检测电阻 R6 阻值是否增大(正常为 0.1Ω)。

3. 运行不平稳

机床工作台运行抖动，有时还有卡滞现象。可能是机床传动机械故障，如皮带拉得太紧，传动齿轮松动等；也可能是三相交流输入缺相，步进电机电源高压偏低或驱动缺相，检测步骤如下：

⑴ 数控系统暂停运行，检查驱动电源显示面板报警指示灯有无

报警显示。

⑵ 若无报警显示，先用万用表测 VG，VF 是否正常，再用示波器检测驱动电源显示面板 LA～LE 电流波形是否出现异常，找出有问题的单元及问题所在相。(无示波器情况下，可用万用表测，观测孔对地的电压。在电机工作情况下，各相电流值不恒为零。若某相恒为零，则该相工作不正常)

⑶ 若电流波形异常，检查控制板上 U25-P15，U28-P15，U28-P13，U28-P11，U28-P9 对地波形，正常波形为图 4-4 所示方波。

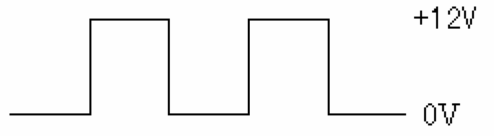


图 4-4

⑷ 若无电流波形，又无报警显示，抽出故障单元，检查母线板上 4A 保险管是否有烧断或接触不良现象？

⑸ 如有过流或过压报警显示，应检查故障单元功率管有无异常，用万用表 200K 档测各功率管 G、S、D 之间的阻抗，正常值参考如下(使用 DT890 型万用表，控制板拔出)：

G(+)～S(-)≈98K，　　G(-)～S(+)≈24K(二极管正向电阻)，

D(+)～S(-)>200K，　　D(-)～S(+)≈14K(二极管正向电阻)，

G(+)～D(-)>115K，　　G(-)～D(+)>200K

如果功率管有损坏，应更换功率管，并检查高压管前级推动管是否损坏。

⑹ 如果 U28、U25 相关点(见③)对地波形出错，应检查电缆连接有无问题(特别是操作台后门上电机接口板的 D 型连接器有无松动)。

4．步进电机不转动

操作面板上进给码锁定键置于释放状态（指示灯灭），但驱动电源显示面板无相序显示，步进电机不能运转，或步进电机运行途中突然停止，可能为过压或过流保护动作，高压被切断，故障信号保留在系统中末能清除。检查步骤如下：

⑴ 不准用停电后再加电的方法重新启动。

⑵ 检查屏幕和驱动单元报警提示和指示是否存在。

⑶ 如果确系故障报警，特别是过流报警时，必须停电抽出故障

单元，排除故障后，才能重新加电。

⑷ 故障排除后，必须先将急停开关按下使开关自锁，再解除自锁，复位后清除操作台保留的报警信息，才能进入正常运行方式。

5．操作台进给码锁定，但驱动电源显示面板上相序灯亮

驱动电源输入相序信号开路，但+12V 电源接通。停电后，检查操作台后门上电机接口板的 D 型连接器是否插好，若未插好，应将其插好，并将锁紧螺钉锁紧；如果插好了，则应检查机头到驱动单元之间的信号线有无断线。

## 五．驱动电源功率管的拆换

1．取出有故障的驱动电源。

2．用螺丝刀按下述步骤拆卸：

⑴ 去掉控制板上的全部电缆，拔出控制板并放在安全的地方。

⑵ 将两块散热器与机架上的 L 型挡板分离。

⑶ 将 MS 插座上的四颗螺钉全部拧出。

⑷ 将机架上固定母线板的两颗螺钉拧出。

⑸ 将功放板上的 4 根粗电源线从接线端子上取出（记住线的安装位置)。

⑹ 小心拔掉母线板上的 4 芯电源检测电缆插头和计数板上的电缆插头。(注:97 年后的产品无计数板和插头)

⑺ 小心取出功放板。

⑻ 将所有取出的零件放在不易丢失之处。

3．找出损坏的功率管或其它元器件，用同型号的好器件更换。

更换功率管时散热器一般不用取下，特别是高压管散热器不准取下。安装功率管时，千万注意勿使绝缘膜污染或损坏；功率管拿取或焊接时，必须使用接地工具防止静电感应损坏功率管；更换完后，应注意检测功率管在焊接安装过程中是否有损坏，并测试功率管外壳对散热器的绝缘电阻(>20MΩ)。

4．小心将拆下的各部件装好复原。

### 六．清洁防尘

数控系统不仅长期处于高压、大电流、高热的工作环境下，而且油、汽、粉尘的污染也是造成其容易损坏的重要因素。因此，作为维护人员应时常检查系统的通风散热是否良好，定期(半年)清洗防尘过滤布，清理被油尘污染堵塞的冷却风机网罩等。

## §4-7　使用 LCD 显示器的注意事项

圣维 SWAI BKX4-C 数控系统采用的高清晰高亮度彩色 LCD 模块。请使用者注意：

1．因为液晶材料的物理特性，液晶的对比度将随着温度的变化而变化。当操作者觉得因为亮度（对比度）不够而观察不适时，可以调节 LCD 的对比度（见本书§3-1·四关于显示器一节说明）。

但是，对比度不可过大。一则将引起显示模糊，二则也影响 LCD 的寿命。

2．使用时，不能用力按压液晶屏，更不得用尖锐物品在屏幕上比划，以免划伤甚至损坏液晶屏。

3．不要随意拆卸操作台的前面板和液晶屏。当需要拆卸前面板时，拆卸后一定要将其放在使液晶屏处于安全的位置。

4．液晶屏玻璃面破损，玻璃屏角碎裂等等将无法修理，您的液晶模块只能报废。液晶模块使用的背光灯管的破碎，为其供电的高压逆变器等的损坏也将无法修理。请使用者不要随意测试和拆卸。由于使用不当造成的损坏不属于保修范围。

5．高压逆变器的输入端为+5V 直流电压，输出为上千伏的高压交流电压。不准用手指去触摸逆变器模块及其输出。使用万用表测试时，必须用交流 750 伏以上档测试。

地址：四川省绵阳市游仙区仙人路二段七号
通信：四川省绵阳 207 信箱
邮编：621000
电话：(0816) 2278138、2275204、2275205
传真：(0816) 2278138--800
电报：绵阳 2076
E--mail：swaiskb@my--public.sc.cninfo.net